بيتر ڤي . رابينس

سبب الأشياء

العلّية في العلم والطب والحياة

ترجمة: غادة الحلواني

المركز القومى للترجمة

2898



سبب الأشياء

العِلّية فى العلم والطب والحياة

المركز القومى للترجمة
تأسس فى أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور
مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 2898
- سبب الأشياء: العلية فى العلم والطب والحياة
- بيتر فى. رابينس
- غادة الحلوانى
- الطبعة الأولى 2018

هذه ترجمة كتاب:

The Why of Things: Causality in Science, Medicine, and Life
By: Peter V. Rabins

شارع الجبلاية بالأوبرا– الجزيرة– القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.
E-mail: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554

سبب الأشياء

العلية فى العلم والطب والحياة

تأليف: بيتر فى. رابينس
ترجمة: غادة الحلوانى

2018

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

رابينس ، بيتر فى
سبب الأشياء العلية فى العلم والطب والحياة / تأليف: بيتر فى. رابينس، ترجمة : غادة الحلوانى
ط ١ – القاهرة : المركز القومى للترجمة، ٢٠١٨
٣٦٤ ص، ٢٤ سم
(أ) الحلوانى ، غادة (مترجم)
(ب) العنوان ١٢٢

رقم الإيداع ٥٥٨٧ / ٢٠١٦
الترقيم الدولى: I.S.B.N - 978 - 977- 92 -0995- 3
طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

المحتويات

إهداء

إلى معلميَّ

دونالد جالانت

بول ماكهوج

فيليب سلافني

مارشال فولشتين

تصدير

قدم جونز هوبكنز John Hopkins الأفكار التى يوضحها تفصيليًا هذا الكتاب للمرة الأولى فى عرض تدريسى إكلينيكى أمام هيئة تدريس وطلاب قسم الطب النفسى والعلوم السلوكية فى كلية الطب. فى هذا المنتدى، يبدأ المحاضر بمناقشة مقابلة إكلينيكية مع مريض ويستخدم القضايا التى أثارها موقف الشخص لتناول سؤال أكبر. وفى محاولة منى لتناول سؤال مريضى: " لماذا حدث هذا لى؟" أدركت أن السؤال نفسه يظهر لنا جميعًا فى سياق حياتنا المهنية والشخصية. إن اعتبار موضوع مثل العليّة موضوعًا متممًا ملائمًا ومناسبًا للعرض التدريسى الإكلينيكى توثيقٌ لرؤية رئيس القسم حينذاك بول ماكهوج Paul McHugh بأن ممارسة الطب يجب أن تتجذر فى إطار عملى مبرر فكريًا وقابلا للنقاش. وفى حين يحافظ الكتاب على المخطط الخام الذى عرضته فى تلك المحاضرة عام ١٩٩٥، تطورت الأفكار استجابة للمدخلات والأسئلة والنقد الذى قدمه عديد من الزملاء والأصدقاء والعائلة. فأنا أدين لهم بامتنان عميق.

لدى عديد من المعلمين الرائعين والمؤثرين منذ المرحلة الابتدائية، ولا أشك فى أن الأفكار التى يقدمها هذا الكتاب ثمرة لتدريسهم. لعب الأفراد الأربعة الذين أهدى لهم هذا الكتاب دورًا خاصًا فى تطورى طبيبا وطبيبا نفسيا وشكلوا كيفية اقترابى من العمل العلمى والإكلينيكى الذى مارسته عبر حياتى المهنية. أظهر دونالد

جالانت لى أن الطب النفسى بإمكانه أن يتسم بالصرامة الفكرية، وأن يقدم المساعدة إلى عديد من المرضى، وأن إدخال الرعاية إلى الأماكن التى تعانى من شروط حياتية غاية السوء قد تصنع فارقا فى حيوات كثيرين. وتعلمت من بول ماكهوج وفيليب سلافنى Philip Slaney أشياء عديدة، خصوصًا أهمية تماثل افتراضات الشخص المحورية وحالات المنطق modes of logic، والأسلاف الفكريين. وجه مارشال فولشتين Marshal Folstein تبحرى فى المنطقة الوسطى بين الطب النفسى والدماغ ورسخ فى ذهنى أهمية اختبار الفرضية hypothesis testing.

بدأت فى كتابة هذا الكتاب خلال إجازة ثلاثة شهور فى ٢٠٠١. تعكس فترة حمله التى تصل إلى عشر سنوات كلا من تطور evolution الأفكار وتقطيرها نتيجة إعادة كتابتها كثيرًا. وفر لى معهد جون هوبكنز بيرمان **Johns Hopkins Berman** **لأخلاقيات علم الأحياء Institute of Bioethicsl** مكتبًا ومنتدى لعرض تلك الأفكار، وأنا ممتن لأعضائه. أجريت الكثير من الكتابة والتحرير فى كابينة بلوم لاك Plume Lake لمارلين وبيتر جوليوس Marilyn and Peter Juilius. ساعدنى توفر هذا المكان الاستثنائى البعيد عن تشتيت العمل الإكلينيكى والتدريس والأعمال الإدارية فى صقل فكرى.

قرأ فيليب سلافنى المسودة الكاملة الأولى من الكتابة قراءة متمعنة، وحسنت مدخلاته المكثفة أوجهًا عديدة من منطقى my logic وعرضى. قدم محررو باتريك فيتزجرالد Patrick Fitzgerald فى دار نشر جامعة كولومبيا، دعمًا لى وملاحظات

نقدية ساعدانى فى تحسين الكتابة أكثر. قدم المراجعون الثلاثة المجهولون الذين استعنت بهم لتدقيق النسخة المطبوعة كثيرًا من الاقتراحات القيمة وأعبر لهم عن امتنانى لهذا.

قدمت عائلتى الرائعة الدعم لى خلال كتابة هذا الكتاب، إذ ساعدتنى النقاشات معهم على تشكيل أفكارى، وساهموا فى التصميمات الفنية للكتاب؛ وهم لا يزالون مصدر إلهام وعلم لى. قرأت زوجتى كارين Karen النسخة اليدوية الأخيرة، وقدمت كعادتها فى كثير من كتاباتى إسهامات مهمة فى الأفكار والكتابة.

المقدمة[1]

لن يقنع الإنسان حتى يعرف "سبب الشيء".

أرسطو

فى ١١ مارس ٢٠١١، ضرب تسونامي[2] محطة توليد الطاقة فوكوشياما داى إتشى Fukushima Daiichi على الساحل الشمالى الشرقى لليابان. توقفت المحطة عن العمل، حسب الخطة، قبل ٤٠ دقيقة، حين وقع الزلزال[3] على بعد أميال من الساحل، غير أن تسونامى دمر مصادر الكهرباء الاحتياطية التى تمد المفاعلات بالتبريد الدائم المطلوب. ونتج عن ذوبان ثلاث من منشآت المفاعلات الخمسة تسريبٌ كبيرٌ للإشعاع.

ما سبب هذا الإخفاق الكارثى؟ إن الإجابة المباشرة هى الزلزال وتسونامى. لكن تشير تحليلات الخبراء اللاحقة على الحادث إلى " ضعف تقنى وتأسيسي/ مؤسساتى"؛ مثل ضعف هيكل السلطة فى المحطة؛ والشركة التى تديره؛ والطبيعة الطوعية للمعايير[4] voluntary standards التى تدير محطات توليد الطاقة

(*) الهوامش الواردة فى الكتاب من إعداد المترجمة.

(١) إن الإشارات الواردة لأهم المعاجم والكتب التى تناقش أيًا من المفاهيم الواردة فى المقدمة والفصل الأول تهدف إلى تمهيد القارئ حتى الوصول إلى الفصل الثانى، حيث يقدم المؤلف تعريفاته المقترحة لكل منها فى سياق النموذج العلى الذى يقترحه هذا الكتاب وتقوم عليه فكرة الكتاب نفسها.

(٢) التسونامى أو السونامى هو مجموعة من الأمواج العالية من أهم أسبابه الزلازل والانفجارات البركانية ... إلخ تحت سطح الماء.

(٣) تعرضت المحطة لتسونامى وزلزال فى الوقت نفسه.

(٤) هى مجموعة من المعايير تضعها هياكل خاصة ومتاحة للاستخدام من أى شخص أو منظمة حكومية أو خاصة أو الحكومات لا تستوجب الإلزام والمراقبة.

النووية وتراقبها. ويشير آخرون كذلك إلى تقصير واضعى تصميم المفاعل عن تزويده بآلية يمكن من خلالها استمرار التبريد فى حالة حـدوث فقـد للطاقـة طويـل الأمـد؛ وقرارهم ببناء مفاعلات عديدة فى موقع واحد.

عانت محطة توليد الطاقة النوويـة فى ثـرى مايـل إيلانـد Three Mile Island بولاية بنسلفانيا الأمريكية قبل ثلاثين عامًا فى مارس ١٩٧٩ من إخفاق كارثى. كـان الحدث المُعجّل[١] precipitating event هو صمام مفتوح أثار سلسلة مـن الأحـداث التى انتهت إلى إخفاق المفاعل. يستنتج عالم الاجتماع تشارلز بـيرو Charles Perrow فى كتابه عن الكارثة ***حوادث طبيعية Normal Accidents*** أن تعقيـد[٢] complexity منشآت الإنتاج الصناعية الحديثة، وبخاصة محطات توليد الطاقـة النوويـة، تـؤدى إلى حتمية الإخفاق الكارثى، ويتنبأ بوقوع هذا الحادث كل عقد (وقع حادثـا تـشيرنوبل وفوكوشياما فى الثلاثين عامًا التالية). عرّف[٣] identify بـيرو عـددًا مـن الأسـباب التـى ساهمت فى حدوث إخفاق ثرى مال إيلاند؛ من بينها تعـدد العنـاصر المتفاعلـة فى المحطـة وإحجام كثير من مجموعات الناس عن المساهمة فى التـصميم والإدارة والتأييـد الـسياسى والتمويل والاستعدادات لمواجهة الكـوارث عـن قبـول العجـز الإنـسانى عـن توقـع[٤]

---

(١) انظر المعجم الفلسفى، مراد وهبة، دار قباء الحديثة، القاهرة، ٢٠٠٧، ص ٢٠٠، لتعريف معجل: السبب/ العلة المعجل (ة). يعرفها المؤلف فيما بعد.
انظر منطق البحث العلمي- كارل بوبر؛ ترجمة وتقديم محمد البغدادى، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، لبنان، ٢٠٠٦، ثبت المصطلحات لتعريف الحدث. يقوم المؤلف فيها بعد بتعريف المصطلح.

(٢) تعقيد أو تركيب، انظر مراد وهبة ص ٤٢١.

(٣) انظر جميل صليبا ج١ ص ٣٦٢.

(٤) توقع أو توقعات الإدراك، انظر مراد وهبة ص ٢٢٤.

anticipation المصادر المحتملة التى تؤدى إلى حدوث الإخفاق؛ وهو الموقف الذى أفضل ما يُوصف به هو الاستعلاء البشرى.

خلال عملى طبيبًا نفسيًا لمدة خمسة وثلاثين عامًا الماضية، طُرح على أسئلة حول العلة[1] cause: " لماذا أصبحت مكتئبًا؟"؛ "هل هناك شيء ما فعلته أو كان يجب أن أفعله؟"؛ أم تجربة مررت بها فى الماضى؟"؛ " هل هو وراثى؛ بما أن أمى كانت تعالج من الاكتئاب؟"؛" هل هذا عقاب من الإله؟"؛ " لماذا أميل إلى مصداقة الناس الذين ينقلبون ضدى فى النهاية؟"؛ " لماذا أتعرض لمشكلات متكررة مع رؤسائى وأفقد عملى؟".

إن هذه الأسئلة وشبيهها هى التى أدت إلى كتابة هذا الكتاب. تبدو أسئلة "السبب" هذه طبيعية جدًا مهمة جدًا حتى إن كثيرا من الناس مقتنعون اقتناعًا تامًا بأنها قابلة للإجابة. ومع ذلك إن الإجابات عن أسئلة مثل لماذا وقعت كارثتا فوكوشياما وثرى مايل إيلاند، أو لماذا يكتئب شخص- إجابات معقدة ومتعددة العوامل. كيف يمكن أن نحصر أو ندمج عوامل متغايرة مثل صمام تُرك مفتوحًا؛ والتعقيد complexity المتأصل فى محطات توليد الطاقة الصناعية متعددة النظم؛ وعجز الإنسان عن توقع كل الأخطاء المحتملة والأحداث المعاكسة فى تشغيل نظام معقد؟ كيف يمكن أن نفهم أن الجينات والخبرات الحياتية المبكرة والأحداث المعاصرة هى أسباب تصيب شخصًا ما بالاكتئاب لكنها لا تصيب شخصًا آخر. كيف

---

(١) علة أو سبب. فى هذا السياق تترجم علة. ويفرق جميل صليبا بين السبب والعلة؛ بأن الأولى ما يتوصل به إلى الحكم من غير أن يثبت به أما العلة فهى ما يثبت به الحكم. المعجم الفلسفى، جميل صليبا دار الكتاب اللبنانى، بيروت، لبنان/ ١٩٨٢ ج٢ ص ٩٦. انظر كذلك مراد وهبة ص ٣٤٥-٤٣٤.

يمكن أن يختار الشخص سببًا ما ليبدأ به؟ ما القوانين أو المعايير التى يمكن بها الحكم على judged[1] الإجابات؟ هل هناك حتى معيار فى الأساس؟ هل المهمة مستحيلة بما أنه ليس هناك طريقة للحكم على الإجابة الصحيحة؟

إن الحل المقترح هنا هو اقتراب تعددى Pluralistic Approach يفترض أن هناك اقترابًا هو الأفضل نحو كل سؤال وأن وظيفة الباحثين تحديد أى منهج method أو ما توليفة الاقترابات التى تناسب على أفضل وجه السؤال المطروح. يقترح هذا الكتاب نموذجًا ثلاثى الأوجه للعلّية[2] casuality. ومايلى لمحة مختصرة عنه[3]:

الوجه الأول: يتكون من نماذج مفاهيمية conceptual models[4] فى المنطق العلى casual logic؛ ويأخذ الصمام المفتوح فى ثرى ميل إيلاند مثالاً عن نعم/ لا أو نموذج المقولات[5] categorical model. من ناحية ثانية، إن الإسهام الجينى فى تطور الاكتئاب هو مخاطرة تدرجية graded و احتمالية[6] probabilistic عوضًا عن أنها نعم/ لا مطلق. ومثال على العلة الناشئة[7] emergent cause أو اللاخطى non-

---

(١) حكم، انظر المنطق: نظرية البحث، جون ديوى، ترجمة زكى نجيب محمود، المركز القومى للترجمة، القاهرة، مصر، ٢٠١٠ ثبت المصطلحات ص ٨٣٠.
(٢) انظر جميل صليبا ج٢ ص ٩٨.
(٣) انظر الفصل الثانى حيث يقدم التعريفات والشروحات والتطبيقات على نموذجه المقترح.
(٤) انظر جميل صليبا ج١ ٢٨١؛ انظر أطلس الفلسفة، المكتبة الشرقية، بيروت لبنان ط١١، ص ٨٩، ١٧٣.
: أصل الكلمة المدرك العقلى أو التصور الذهنى من المذهب التصورى فى علم المنطق، والمفهوم هو المعنى الكلى المجرد أو العام (انظر مراد وهبة ص ٦٠٨؛ انظر المنطق جون ديوى ص ٨٢٠).
(٥) مقولة أو فئة انظر المنطق جون ديوى ص ٨١٩.
(٦) انظر مراد وهبة ص ٢٧.
(٧) انظر الفصل الخامس.

linear هو الاكتئاب الذى يتطور بعد تعرض الشخص لإجهاد طفيف minor stress نسبيًا أعقب سلسلة طويلة من التعرض لعوامل ضغط stressor متوسطة أو حادة.

الوجه الثانى: يصف أربعة مستويات levels من التحليل؛ وهو اقتراب أول من وصفه أرسطو منذ ٢٤٠٠ عام. ففى مثالىّ ثرى ميل إيلاند وفوكوشياما، كانت العلل المهيئة[١] predisposing causes هى التدريب المعيب والإدارة المهملة؛ أما إعصار تسونامى فهو علة مُعجّلة. إن التعقيد المتأصل فى عديد من النظم التفاعلية التى تكون محطة توليد الطاقة النووية هو علة برنامجية programmatic cause، أما الاستعلاء البشرى فهو علة غائية purpose cause[٢].

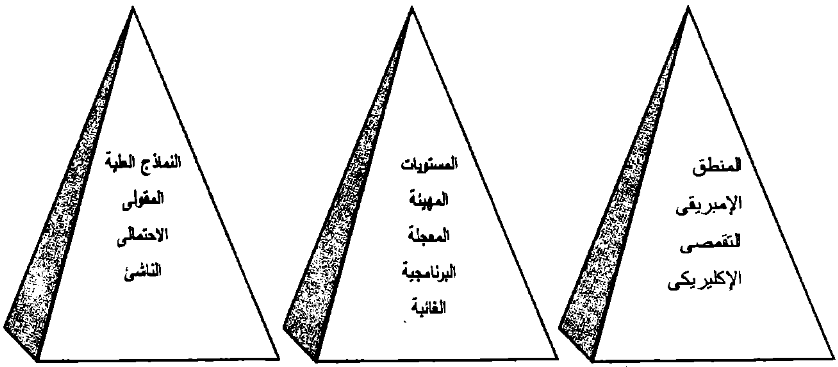
الوجه الثالث: يصف قوانين المنطق الثلاثة التى يتم اكتساب معرفة العلة بها. يستخدم المنهج الإمبريقي[٣] empirical method المنهج العلمي؛ مثلاً فى تعيين[٤] determination أن هناك تنوعًا جينيًا فى أعضاء متعددة من العائلة التى يشيع فيها الإصابة بالاكتئاب. يستخدم المنهج التقمصي[٥] empathic method منطق الترابط السردي[٦] narrative connectedness لدعم الاستدلال[٧] reasoning بأن عوامل ضغط معينة يمكن أن تكون سلبية الأثر بالنسبة لشخص والعكس لشخص آخر.

---

(١) يترجمها جميل صليبا العلة المعدّة ما يتوقف عليها وجود المعلول من غير أن يجب وجودها مع وجوده. انظر ج١ ص ٩٧. وسوف يأتى شرحها فيما بعد.
(٢) انظر مراد وهبة ص ٤٤٥.
(٣) انظر منطق البحث العلمى كارل بوبر. المنهج الإمبريقى أو التجريبي؛ مراد وهبة ص ١٦٦.
(٤) انظر المنطق جون ديوى ص٨١٨.
(٥) انظر مراد وهبة ص ٢٠٧.
(٦) يترجمها زكى نجيب محمود الرواية بمعنى تسلسل الحوادث فى الوجود الواقعى كما نصفها فى عملية البحث، انظر المنطق جون ديوى ص ٨٣٢ narration.
(٧) الاستدلال وهو السير فى الاستنباط من المقدمات إلى النتائج، انظر المنطق جون ديوى ص٨٣٥.

المنطق الإكليريكي[1] ecclesiastic logic يمكن أن يوظفه مؤمن يعزو العلة إلى انحراف فعلى فى مشاركته الطويلة فى قواعد دينه.

إن تصوير هذه الأوجه الثلاثة فى هرم ثلاثى مفيد، كما هو موضح فى الرسم أدناه والرسوم التخطيطية التى تفتتح كل فصل تعزز تلك الرسومات التخطيطية عدة أوجه مهمة من هذا الاقتراب. أولا: هذه الأوجه الثلاثة ليست منفصلة عن بعضها انفصالا كليا بل يمكن (ويجب) تطبيقها معًا حين يكون مناسبًا ذلك. ثانيًا: هى ليست هيراركية. ولمساعدة القارئ على فهمها، يفتتح كل فصل برسم تخطيطى للهرم مركزًا على الوجه أو الأوجه التى يتناولها.



(١) انظر الفصل العاشر، حيث يقدم المؤلف تعريفًا كاملاً من وجهة نظره لهذا المصطلح ومسوغات اختياره للكلمة.

إن النموذج الثلاثى الأوجه المقترح نموذج معقد بل حتى شاق، ويقع على عاتق الكتاب تبرير هذا الاقتراب المعقد. لقد خطر لى هذا النموذج لأن أى شخص مهتم باكتشاف كيف يمكن تبرير الإسناد العلى لابد أن يتناول عديدًا من التحديات الكبرى. ثانيًا: لقد تنوع فهم العلة خلال الزمن وعبر الثقافات المختلفة. ثالثًا: لا يستطيع الشخص " إثبات prove" وجود مفهوم العلة أو العلية. وبناء عليه، يقوم هذا الكتاب على مقدمة premise أن *العلل توجد* وأنه *يمكن اكتشاف العلاقات العلية وإثباتها* casual relationships can be discovered and confirmed. يجب طرح هذا بوصفه افتراضا assumption لأنه ليس فقط من المستحيل إثباته، بل، كما سنرى خلال الكتاب، من المستحيل إبطاله disprove. فى الحقيقة، يدعى[(١)] claim بعض العلماء والمفكرين أن مفهوم العلة ليس أكثر من وسيلة ملائمة أو مريحة لا معنى له فيماعدا استخدامه فى الخطاب اليومى والعلوم التطبيقية والمنطق والدين. ويشير آخرون إلى أن المشهد المتنوع تنوعًا واسعًا للعلّية عبر الثقافات دليل على أنها تقليد أكثر منها بناء صحيح التطبيق valid construct أو كلى universal.

وما يزيد من تعقيد القضية issue أكثر، أنه ليس هناك تعريف واحد أو منهج لتعيين " سبب الشيء". كيف يمكن أن يتأتى أنه ليس هناك منهج صحيح واحد أو أفضل لتحديد العلة، بل إن العلل توجد ويمكن تعريفها بدقة وأن الأسلوب الأفضل للاقتراب نحو سؤال محدد عن السبب ممكن أحيانًا؟ إننى أعتقد أن الإجابة عن هذا السؤال تكمن، حيث يستوعب الشخص أن تعريف definition العلة وتاريخ تطور المفهوم وترسيخ establishment المناهج لتعيين العلة متضافرة جميعًا. يقوم النموذج التعددى المقترح هنا على إدماج تلك الأسئلة الثلاثة الكبيرة. سوف أعطى الأمثلة

---

(١) طرح حجة دون بينة أو دليل فى سياق النظرية.

خلال الكتاب لتوضح أنواع الأسئلة التى من المفيد فى تناولها تطبيق منهج معين أو نموذج محدد. توضح كذلك هذه الأمثلة كلاً من قوى ذلك الاقتراب وقصوره، ويجب أن أوضح أن محاولة تعريف مبادئ عامة عادة تبسط تبسيطًا مخلاً ما يحدث فى العالم الحقيقى. إننى أستحث القارئ على أن يخضع هذه المناقشات للشك الصحى يستخدم الأمثلة لفحص ما إذا كانت الحجج[1] arguments التى يطرحها الكتاب صحيحة validity أم لا.

(١) انظر مراد وهبة ص ٢٦٦.

الفصل الأول

موجز تاريخي

الاقترابات الأربعة للعلية

لا يحدث شيء دون علة.

بيير سيمون دى لابلاس[1].

إن مفهوم العلية جزء من حيواتنا إلى حد كبير حتى إننا فى معظم الوقت نفكر. فى عللها أو نناقشها أو نعرفها دون اعتبار تعقيد المفهوم الضمنى. تتماس الأسئلة التى تدور عن العلة مع قضايا صغيرة وكبيرة؛ أسئلة مثل لماذا تعثرت؛ ما سبب حادثة السيارة؟ ما سبب الطقس اليوم؟ لماذا هناك ناس أسعد من ناس؟ لماذا يمرض بعض الأفراد بينما يتجنب البعض اعتلالاً illness " يصيب الجميع"؟ ما علل الفقر والدورات الاقتصادية وتعاطى المخدرات والشر؟ كيف أصبح الكون كما هو الآن؟

لا يهدف الكتاب إلى تقديم إجابة عن أى من تلك الأسئلة بيقين مطلق؛ فهذا ليس فى الإمكان. على الأحرى، يهدف إلى تقديم *اقترابات* نحو الإجابة عن مثل تلك الأسئلة. سوف نبدأ بمحاولة فهم ماذا نعنى بكلمة "علة"، بما أن فهم ما تنطوى عليه الكلمات التى نستخدمها يمكن أن يساعد فى تركيز البحث وتوضيح الهدف الذى نسعى إليه، وحسم بعض من الحجج التى تثار. يتشارك هذا الاقتراب فى افتراضات

---

[1] Pierre- Simon Laplace (1749-1827) رياضي وفلكى فرنسى.

تعود إلى اليونانيين القدماء؛ وهى أن الاستدلال أو التدليل العقلى الإنسانى يمكن أن يكون مصدرًا من مصادر المعرفة[1] Knoweldge.

إن فهم ما نعنى بكلمة " علّة" هو سؤال كبير. إنه سؤال " لماذا" الذى يطرحه الطفل ذو العامين والبالغ الناضج والمؤرخ وعالم علم الوراثة ورجال الدين وعالم الأخلاق. لقد تمعن الكثير من المفكرين العظماء فى مجالات معرفية متباينة مثل علم اللاهوت والفلسفة وعلم الأعصاب الفسيولوجى والتاريخ وفيزياء الجسيمات ومنع الحوادث- تمعنوا كثيرا فى ما معنى " العلة". ولكى نبدأ فى إجابة سؤال :" ماذا نعنى بالعلية؟" سوف نقوم باستعراض بعض الأفكار الرئيسية فى هذا النطاق. وهذا من شأنه أن يمنح القارئ إدراكًا كاملاً عن كيف تطورت المفاهيم المعاصرة عبر الزمن، ومعرفة ببعض التحديات الكبرى التى واجهت كل من اهتم بهذا السؤال.

من ناحية ثانية، إن تطبيق اقتراب تاريخى فى هذا الموقف لا يعنى أن الأفكار والمفاهيم انبثقت فى تلاحق سببي[2] sequence محدد ومنظم أو تطورت تطورًا خطيًا تقدميًا. لقد تطورت عديد من المفاهيم التى يناقشها هذا الفصل فى أماكن متفرقة تمامًا ولم تصل إلى أجزاء أخرى من العالم إلا بعد عدة قرون لاحقة على ظهورها. ويتضح هذا تمامًا فى تطور أوجه مماثلة من العلية التى انبثقت فى عالمى الشرق والغرب فى زمنين مختلفين وبدون تأثير بادٍ من أحدهما على الآخر. إن فائدة الاقتراب المتلاحق سببيًا تكمن فى أنه يقدم بنية[3] structure يمكن أن تتدلى عليها الأفكار المتباينة، وتبين كيف تغيرت العلية عبر الزمن. ولعل الأهم هو أن اقتفاء أثر تطور مفهوم العلية عبر

---

(١) انظر أطلس الفلسفة ص ١١٩.

(٢) انظر المنطق جون ديوى: يعرف زكى نجيب محمود ترجمة الكلمة بحلقات السَّير فى مراحل البحث حين تؤدى كل خطوة إلى التى تليها، ويميزها عن كلمة succession, series حيث تعنى الأولى سلسلة والثانية مجرد التتابع. ص ٨٤١. والتى سوف يستخدمها المؤلف فيما بعد.

(٣) انظر أطلس الفلسفة ص ١٩٧-٢٣٩.

التاريخ المكتوب البشرى يؤكد الصراع الطويل الذى خاضته البشرية مع القضية، ويدعم معنى[1] notion أنه لا يمكن اكتساب فهم كامل له. يكشف كذلك الموجز التاريخى عن أن مفاهيمنا المعاصرة عن العلية هى توليفة من الأفكار التى انبثقت وتطورت عبر آلاف السنين. هذه المفاهيم تعكس وتنبع من تقاليد عريقة من الفكر تشتمل على عديد من المجموعات البشرية والثقافات. وكما تحتم الضرورة، فإن هذا الموجز التاريخى انتقائى. هذا الموجز يسلط الضوء على بعض من القضايا التى تتسم بصعوبة بالغة وتثير الخلاف، ويمهد لكثير من النقاش فى الفصول التالية.

موجز تاريخى

تبرهن[2] demonstrate الكتابات البشرية الأولى مركزية مفهوم العلية للبشرية. تحدد اللوحات السومرية وورق البردى المصرى الذى يعود عمره إلى ٣٥٠٠ عام القوى أو الكيانات التى خلقت (تسببت فى) العالم بالطريقة التى اعتقدتها تلك الثقافات (أو على الأقل، مؤلفو تلك الكتابات). كذلك الأديان والديانات القديمة مثل الريكَفدا الهندوسية والتناخ الأرامى أو العهد القديم. تلك النصوص القديمة تربط كذلك أحداث الحاضر بنفوذ كائن أولى لها أو قوى ما. إن تعريف علة أولية تفسر الكون كما نعرفه: لا يقتصر على عديد من الأديان والديانات اليوم بل إنه مبدأ جوهرى ومركزى لفرضيات علمية كبيرة مثل نظرية الانفجار الكبير التى تعزو

---

(١) انظر مراد وهبة ص ٦٠٨، وجميل صليبا ج٢ ص ٣٩٨: يفرق جميل صليبا بين المعنى والمفهوم بأن المفهوم هو الصورة الذهنية سواء وضع بإزائها اللفظ أم لا؛ على حين أن المعنى هو الصورة الذهنية من حيث وضع بإزائها اللفظ. ويترجم عامة بفكرة عامة أو مفهوم ذاتى.

(٢) انظر جميل صليبا ص ٢٠٦؛ ومعجم الفلسفة، مجمع اللغة العربية ج.م.ع ١٩٨٣، ص ٣٣.

تركيب الكون الفيزيائى الحالى لأحداث[1] events وقعت فى لحظة تكونه؛ ومفهوم غايا الحلولى الذى يصف كوكب الأرض بأنه كائن حى يؤدى أى تغيير يطرأ على أحد أوجه بنائه إلى تعديل فى الأخرى من أجل المحافظة على التوازن. هكذا، إن ما يسمى اليوم بالأصل أو الجذر للغيبى أو ما فوق الطبيعى للأحداث يمكن أن نجده فى عديد إن لم يكن كل الثقافات، ويجب تناوله إذا ما كنا نهدف إلى تفسير شامل لمفهوم العلية. وهذا هو هدف الفصل العاشر.

من ناحية ثانية، يشمل الفكر الشرقى والغربى فكرة أن الأفراد يمكن أن يكونوا علل الأحداث event، على الرغم من أنه ليس من الممكن إثبات أن كل مجموعات البشر تصورت العلية بهذه الطريقة. فإن مفهوم الكارما الهندوسى، الذى يعين للأفراد مسؤولية أفعالهم ويشرح الشكل الذى سوف يخلق عليه مرة أخرى أو يتناسخ نتيجة لاختياراته السابقة، يلمح إلى أن الأفراد هم فواعل العلة[2] agents of cause. إن أقدم مجموعة موجودة من القوانين، قانون حمورابى الذى يعود إلى ١٧٥٠ قبل الميلاد، تخصص بالمثل للأفراد مسؤولية أفعالهم، كما تفعل قصص الإنجيل عن آدم وحواء والطوفان والوصايا العشر. وتبرهن أهمية تلك الوثائق على أن مفهوم الفاعل العلى كان مركزيًا لفترة طويلة فى الفكر الإنسانى.

وبعد عدة مئات من الأعوام على حدوث قصة موسى، طور اليونانيون التقليد الغربى فى التفكير التحليلى مصدرًا للمعرفة. تصوّر ديموقريطس Democritus (٤٠٠ ق.م) الأحداث بأن لها عللاً وحيدة نهائية ultimate causes، على الرغم من

---

(١) انظر منطق البحث العلمى كارل بوبر لشرح واف لمفهوم الحدث فى المنهج العلمى، تعريف الحدث فى الفيزياء على سبيل المثال.

(٢) انظر مراد وهبة ص ٤٥٣ فاعل: الفاعل حال فعله وهو العلة والموجود العاقل الحر المسؤول عن أفعاله فى علم الأخلاق والقوة المعتبرة فى الفيزياء.

طرحه بأن العلية معقدة جدًا، بحيث تتوارى غالبًا عن الملاحظة الإنسانية أو على الأقل يصعب جدا تمييزها. وفى الوقت نفسه تقريبًا، يقترح أفلاطون plato (أن الأشياء مثل الكراسى والمفاهيم مثل العلة توجد نماذج فى مقابل الكراسى الحقيقية والعلل التى يمكن قياسها أو مقارنتها).

إن فكرة أفلاطون بأننا نستخدم نماذج مثالية أو " نموذجية" معيارًا يمكن أن نقيس عليه الحدث الفعلى الواقعى، برهنتها التجارب الحديثة فى علم الأعصاب المعرفى لتصبح اقترابًا إنسانيًا متأصلاً. ويتضمن داخله أطروحتين سوف تتكرران خلال هذا الكتاب. الأولى: ما إن يتم تعريف معيار حتى يمكن الاقتراب منه أكثر وأكثر عبر الزمن، على الرغم من أن الكمال لن يتحقق أبدًا. الثانية: أن المثالي/ النموذجى يوجد فى المجرد abstract بقدر الفعلى actuality. لم يطبق أفلاطون هذين المفهومين قط على دراسة العلة. ومع ذلك، فهما يعززان الاقتراب الذى يتبناه هذا الكتاب الذى ينطوى على أن من الممكن تطوير نموذج للعلية يقترب أكثر من المثالي/ النموذجى عبر الزمن ويدمج فى المفهوم تلك الأفكار التى تحسن دقته وبالتخلص من تلك التى لم تعد نافعة له. يتبنى الكتاب المفهوم العميق والدقيق الذى أسفر عنه الاقتراب الأفلاطونى، كما أنه يقر بأنه لا يمكن تحقيق تعريف كامل ودائم.

طرح أرسطو تلميذ أفلاطون نموذجًا متعدد العوامل للعلة والمعلول[1] cause and effect إذ يصف العلة بأنها توجد على مستويات مختلفة متعددة من التحليل. يسرد جدول ١-١ المستويات الأربعة من العلية التى حددها أرسطو؛ ويقدم تبنى الكتاب لواحد منها؛ وهو نموذج شائع الاقتباس من كتابات أرسطو. اختلف معنى أرسطو للعلة عن المعنى فى العصر الحالى عمومًا، لكن يظل مفهوم تصوره حديثًا بدرجة مدهشة.

---

(1) انظر مراد وهبة ص ٦٠٨.

الجدول ١-١ النموذج الأرسطى للعلية

المصطلح الأرسطي	المصطلح التوصيفى الجديد	التعريف	تمثال زيوس البرونزي
مادية	المعدّةِ	متأصلة، وسابقة الوجود	قوة وطواعية البرونز
فاعلة	المُعجِّلة	استهلالية، محفزة	النحّات
صورية	البرنامجية	نسقية وتفاعلية	جمال الجسد الإنسانى النموذجي
غائية	الغائية	سببية، غائية	للإلهام والتمجيد

يصف " علة" تمثال؛ إن *العلة المادية*(١) material cause هى البرونز والصفات الفريدة التى تجعل تلك السبيكة محببة لإنتاج تجسيد مفصل للجسد الإنسانى، وإن العلة الصورية(٢) formal cause هى تصور الجسم المثالى ومفهوم صنع تجسيد نموذجى. وإن العلة الفاعلة(٣) efficient cause هى الفنان والمهارة التى ينقلها الفنان فى العمل. وإن العلة النهائية (الغائية)(٤) final cause هى أن الغاية من التمثال؛ على سبيل المثال، من أجل تمجيد الجسد الإنسانى النموذجى أو تبجيل التجسيد الإلهى فيه. إن " ما

(١) انظر جميل صليبا ج٢ ٩٦.
(٢) المصدر السابق.
(٣) المصدر السابق.
(٤) المصدر السابق.

الذى يعلل صنع تمثال؟" هو سؤال كما هو واضح عن ما سبب صنعه، سؤال يتناول وجهًا من أوجه العلية، لكنه ليس من الأولويات فى الوقت الحاضر. وعلى الرغم من أن نموذج أرسطو متعدد العوامل والمستويات ومعقد، فقد كان مؤثرًا تأثيرًا استثنائيًا لمدة ألفى عام تقريبا. على سبيل المثال، حين ناقش توما الأكوينى Thomas Aquinas (١٢٢٥ - ١٢٧٤) العلة فى سياق لاهوتى، صور الله محركا/ مسببا operational الحركة على كل مستوى أرسطى. سوف يقدم الفصل الثانى نسخة موسعة ومعدلة من النموذج الأرسطى ملائمة للأسئلة المعاصرة.

مع ظهور المنهج العلمى وتطوره، شهدت عملية بناء مفهوم[1] conceptualization العلة والمناهج لبرهنة العلية تغيرات كبرى خلال الأربعمائة سنة الماضية. فعلى الرغم من أن المنهج العلمى كما نعرفه اليوم ليس له بداية وحيدة، فإنه غالبًا ما يشار إلى فرانسيس بيكون Francis Bacon(١٥٦١-١٦٢٦) فى كتابه *Novum Organum منهج جديد أو أداة جديدة للعلم (١٦٢٠)*، على أنه أول شخص يدرك صفاته وإمكاناته. ومع أن بيكون ليس تجريبيًا فى حد ذاته، فإنه أدرك أن " اقترابًا نحو المعرفة يدمج العناصر الثلاثة من الملاحظة المتكررة ودمج النتائج الإيجابية (المؤكدة) والسلبية (الباطلة) والشك فى السلطة[2] authority مصدرًا أوليًا للمعلومات الدقيقة يُعلّم (هذا الاقتراب المعرفى) طريقًا جديدًا لطلب المعرفة". يشير

---

(١) تترجم كلمة comcept مفهوم أو تصور، وتعتمد الترجمة الحالية الأولى. للاطلاع على تعريف مذهب التصورية conceptualism تفصيلا فى سياق الفلسفة والمنطق، انظر مراد وهبة ص ١٩١، وجميل صليبا ج٢ ص ٣٦٠، وأطلس الفلسفة ص ٧٥. من ناحية ثانية يعنى المؤلف فيما بعد عند استخدامه لمصطلح التطور الأخير على تعريفه الذى يتصل بعملية أو سيرورة بناء المفهوم من خلال الدراسات الإمبريقية والعقل فى مقابل المعطى given. للاطلاع على هذا التطور انظر: Mind and world, John McDowell, Harvard University Press,1994.

(٢) انظر جميل صليبا ج١ ص ٦٧١؛ مراد وهبة ص ٣٥١.

(بيكون) إلى المجموعة الهائلة من البيانات التى دونها عالم الفلك الهولندى تايكو براهى Tycho Brahe عن حركة الأجسام السماوية والاكتشاف اللاحق فى عام ١٥١٢ للنوفا[1] (وهو يبين أن الكون ليس استاتيكيا ويتناقض مع الإدراك الأرسطى الأساسى) بوصفهما مثالين على الاقتراب الجديد نحو اكتساب المعرفة.

نقضت اكتشافات أخرى فى القرن السادس عشر النموذج الأرسطى للكون والقبول المطلق للسلطة الفكرية الأرسطية. فعلى سبيل المثال، ادعى كوبرنيكوس Copernicus بأن الشمس، وليس الأرض، هى مركز النظام الشمسى (نشر كتابه ثورات *De Revolutionibus* مع موته فى عام ١٥٤٣) عززه إثبات يوهانس كيبلر Johannes Kepler (١٥٧١ - ١٦٣٠) أن حركة الكواكب يمكن وصفها رياضيًا فى شكل إهليلجى؛ ليست دوائر تامة كما ادعى أرسطو، كما أن تحديد جاليليو جاليلى Galileo Galilei (١٥٦٤-١٦٤٢) للأقمار التى تدور حول المشترى يتناقض مع ادعاء أرسطو بأن الأجسام السماوية تدور فقط حول الأرض. علاوة على ذلك، اعتقاده بأن سرعة الأجسام تنخفض طبيعيًا حل محل برهان جاليليو بأن الأجسام الساقطة تتزايد سرعتها بمعدل منتظم؛ ومفهوم إسحاق نيوتن Isaac Newton (١٦٤٢ - ١٧٢٧) عن قوة الدفع - المحفوظة فى قانونه الأول من الحركة - بأن الأجسام تستمر فى الحركة فى الاتجاه نفسه وبالسرعة نفسها مالم تؤثر عليها قوة خارجية.

(١) من فصيلة الأقزام البيضاء يحدث انفجار فى بعض أجزائه بشكل مفاجئ فيزيد لمعان النجم عدة مرات عن اللمعان المشاهد لنفس النجم فى الأوضاع العادية، وتنتج عن النجوم النوفا طاقة كبيرة.

هاجم جاليليو مباشرة النموذج الأرسطى عن العلة فى كتابه ***خطاب فى علمين جديدين***[1] ***Discourse on Two New Sciences*** (١٦٣٨). طرح أن المعرفة الجديدة أفضل ما يتيح اكتسابها هو الملاحظة والقياس وليس الاستبطان[٢] introspection. وفى هذا الكتاب تشير الشخصية التى تمثل وجهة نظر جاليليو إلى قدرتها على وصف تزايد سرعة الأجسام الساقطة رياضيًا، ولكن عجزها المصاحب عن تعريف سبب تزايد السرعة دليلٌ على أن البحث عن السبب الغائى الأرسطى بحث عقيم.

رسخ رفض جاليليو للفكرة الأرسطية بأن هناك معانى متعددة للعلة، وتوكيده على تحديد الأسئلة أو الأحداث التى يمكن إجراء قياسات مباشرة لها(مماثل لوجه العلة التى يسميها أرسطو " فاعلة")- رسخ هذا الرفض مفهوما ضيقا للعلة لايزال حتى اليوم. سوف أشير إلى هذا التعريف الأضيق للعلة بالنموذج المقولى لأنه يبحث العلل بصفتها أحداثًا فردية. سوف يناقش الفصل الثالث هذا المفهوم للعلة تفصيليًا. وكما ذكرت قبلاً، هذا المفهوم الضيق للعلة سبق أرسطو، غير أن النموذج الأرسطى تفوق عليه بحيث استعاد الاقتراب المقولى دورًا بارزًا مع ظهور المنهج العلمى فقط فى القرن السابع عشر.

إن الأفكار الأخرى التى طرحها جاليليو عن العلية وأثرت فى العلم، قام جون ستيوارت ميل John Stuart Mill بإلقاء الضوء عليها بعد مائتى عام باستخدام عبارته " ضرورى وكافٍ necessary and sufficient". ينص هذا المفهوم على العلية بأن "أ" علة ضرورية وكافية لـ "ب"*لو* أن "أ" يحدث دوما قبل "ب" ولا يحدث "ب" أبدا بدون "أ". إن هذا عالى المعيارية؛ فهو يتضمن أن هناك علة واحدة فقط

---

(١) كل الترجمات الواردة لعناوين الكتب ترجمة مقترحة ما لم تتم الإشارة إلى ترجمة عربية موثقة لها.

(٢) انظر مراد وهبة ص ٤٨.

للحدث. هذا المعيار لا يمكن تطبيقه فى العديد من المواقف. من ناحية ثانية، حين يصف موقفًا، فإن رجحان[١] likelihood وجود علاقة علية عالية النسبة.

ومع أن وجهة نظر جاليليو قدمت هنا على أنها انحراف جذرى عن نموذج العلية الأرسطى متعدد العوامل والمستويات، فهى تصبح مطلقة فى سياق تأمل الأحداث الماضية فقط؛ إن علماء ذلك الوقت حتى لم يشعروا بأن مفاهيم العلية السابقة على مفهوم جاليليو قد فقدت قيمتها. فعلى سبيل المثال، كتب كل من إسحاق نيوتن Isaac Newton وجوترفيد ويليهام فون ليبنتز Gottfried Wilhelm von Leibniz، وهما عالمان من أكثر علماء القرن السابع عشر براعة وشهرة (ومتنافسان فى بعض الأحيان)- كتبا كراستين فلسفيتين تعرفان "الإله" بأنه العلة النهائية ultimate cause، بطريقة مماثلة كثيرًا لتوما الأكوينى الذى فعل هذا قبل أربعة قرون. اعتقد نيوتن أن نظامية regularity القوانين التى اكتشفها تبرهن على أنها تجليات عمل الله، واعتقد ليبنتز أن نظام[٢] العالم organization of the world يعكس خطة الله، ولذلك هو أفضل طريقة ممكنة يمكن تنظيم العالم بها. رأى كل من ليبنتز ونيوتن دورا للدراسة التجريبية والرياضيةexperimental and mathematical study، لكنهما ظلا مقتنعين بأن الله كان التفسير النهائى. و لم يرَ أى منهما تناقضًا فى هذا النموذج الثنائى، بل تصورا العلم والدين نموذجين مكملين يؤكد أحدهما الآخر.

وفى حين قد يتسم نقد جاليليو لأرسطو بأنه إعادة التوكيد على العلة المُعجِّلة أكثر منه رفضًا للنموذج الأرسطى، فقد كان التغير جذريًا، وأثر تأثيرًا عميقًا على دراسة العلة خلال الثلثمائة وخمسين عامًا التالية. فقد جعل البحث عن العناصر

---

(١) أرجحية (مصداقية) انظر البحث العلمى، كارل بوبر. وتترجم بالإمكان فى علم الإحصاء حيث تشير إلى إمكانية تقدير عناصر/ وسائط غير معلومة بناء على نتائج إمبريقية مثبتة ومعروفة.

(٢) انظر مراد وهبة ص ٢١٨.

"الكافية" المعيار التعريفى للعلية، وضيق البحث عن العلل على عنصرى الملاحظة والاختبار. فى الحقيقية، لقد عرّف جوهر العلية على أنه تعريف الأحداث المُعجِّلة. ما مبرر- علة- هذا التطور الهائل؟ اقترح بأنه كان تتابع الأحداث فى الغرب خلال القرنين السادس والسابع عشر. وشملت تلك الأحداث ظهور تكنولوجيا جديدة مثل التليسكوب؛ ومناهج جديدة لجمع المعلومات وتحليلها، مثل نماذج نظرية الاحتمال؛ ومفكرين عظماء مثل ليبنتز ونيوتن وجاليليو؛ وتغيرات اقتصادية وفرت وقت فراغ ودعمًا ماليًا للأفراد الأذكياء لمتابعة المعرفة الجديدة خارج الكنيسة؛ وتطور الطباعة التى وفرت وسيلة لنقل المعلومات أكبر وأسرع نسبيًا؛ وظهور المؤسسات التعليمية عبر أوروبا، يستطيع فيها الأفراد جمع الملاحظات الجديدة والتكنولوجيا والمناهج الفعالة. (هذا مثال على المنطق السردى narrative logic الذى سوف يناقشه الفصل التاسع باستفاضة).

الحدود القصوى[1] للمنهج العلمى

من ناحية ثانية، سريعًا ما ظهرت الشكوك حول قدرة المنهج العلمى على تعريف الأسباب، حتى بين صفوف الأفراد الذين يعملون فى مجالات العلم. فعلى سبيل المثال، عبر رينيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦-١٦٥٠) عن شكوكه بصدد القدرة على تحصيل المعرفة من خلال الملاحظة فقط؛ ورينيه ديكارت: هو عالم تجريبى، شملت إسهاماته هندسة الإحداثيات الديكارتية، وهى التى تعبر عن فكرة أن العلاقات الرياضية تشكل أساس الفيزياء، ومفهوم القوة الدافعة. اقترح أن على الشخص أن ينطلق من مبادئ معلومة ***ويستنبط deduce*** الحقائق منها. وقد ساقه هذا

(١) انظر المنطق، جون ديوى.

إلى الادعاء بأن الشخص يمكن أن يبدأ من الكوجيتو الديكارتى (أنا أفكر إذن أنا موجود)، ويستنبط كلاً من وجود الإله وثنائية العقل والجسد.

يمكن أن نقتفى أثر هذا المذهب الشكى حول الاعتماد على الحواس زجوعًا إلى خمسمائة عام قبل ديكارت لدى الرواقيين اليونانيين، غير أنه ما يستحق منا الاهتمام هنا هو طرح ديكارت بأن منهج الاستنباط هو المنهج الأكثر فائدة لتعريف العلل لأننا مازلنا نطبق المنهج الاستنباطى ولأن تطبيقات ديكارت له تبرهن على أن المجال مفتوح لتحدى ما يدعى أى شخص بأنه استنبطه.

اعترض دافيد هيوم (١٧١١ - ١٧٧٦) الفيلسوف الاسكتلندى كذلك على توكيد جاليليو وبيكون على أن السبب المعجل هو المعلم التعريفى للعلية. ادعى هيوم أنه لا يمكن إثبات العلية إثباتًا مطلقًا لأنها تعتمد على الاستدلال ***الاستقرائي***[١] ***inductive reasoning*** بمعنى أنها تحتاج إلى وثبة اعتقادية[٢] leap of belief بأن الحدثين يرتبطان قطعًا، مما يؤدى إلى استخراج النتائج التى تتجاوز الحقائق. لقد طرح هيوم للنقاش أنه لو حتى إن الحدث "ب" يتبع دائما الحدث "أ"، فليس بوسع الشخص إلا أن " يخمن" أن "أ" هو علة "ب". إن هذا النوع من الربط لا يمكن أن *يبرهن* أبدا على العلية.

من ناحية ثانية، لم يرفض هيوم كلية الاستقراء، لكن قال إنه لا يمكن تأسيس العلية أبدًا بيقينية. لا يزال مستمرًا شك هيوم حول الاستدلال الاستقرائى إلى اليوم بين صفوف العلماء الذين يعترضون على البحث عن تفسيرات شاملة للظواهر الطبيعية؛ وبين صفوف الرافضين للعلم antisienctists الذين لا يرون المنهج العلمى وسيلة لزيادة المعرفة والفهم.

---

(١) انظر أطلس الفلسفة ص ٤٧- ٩٥- ٢٣٥. يستخدم المؤلف بعد ذلك كلمة inference.

(٢) يقصد بها أحد معانى الاعتقاد، وهى التى تخلو من الخصائص المنطقية والعقلية التى تميز المعرفة، انظر مراد وهبة ص ٧٤-٧٥.

وكما أشار كارل بوبر بعد مائتى عام، فإن رفض هيوم للاستقراء هو فى حد ذاته استقراء. ومع ذلك، وضع هيوم تحذيرًا مهمًا: يتمتع الاستدلال الاستقرائى بحدود قصوى متعذر تجنبها ولا يمكن " التدليل عليها prove[1]" تدليلاً مطلقًا بأن الحدثين مرتبطان ارتباطًا عليًا. ومن المهم على قدم المساواة التوكيد مع ذلك على أن هيوم لم يدع بأن البحث عن العلة مسألة عقيمة. لقد ذكر البرهان المتكرر على وقوع حدثين معًا وتماثل الخطوط المتعددة للبينة evidence[2] التى تشير إلى الاتجاه ذاته على أنه تعزيز للعلاقات العلية لكن ليس دليلاً عليها.

وعلى الرغم من أن التحذير بأن تواتر أو ورود occurence حدثين معًا (ترابطهما association) لا يدل على العلية تحذير معترف به على نطاق واسع، فحتى فى الوقت الحاضر، يتم تجاهل تعريف هيوم لهذا الحد الأقصى الذى يسم البحث عن العلاقات العلية. إن إغواء الاستدلال الاستقرائى هو مصيدة يقع فيها بسهولة الشخص المندفع. إن ما يخفض من احتمال الخطأ الذى يمكن أن يقع فيه الشخص هو التمعن فى معنى " العلة"؛ واستخدام الحيطة مع الادعاء بأن هناك علاقة علية؛ وتوفر خطوط متعددة للبينة عليها. لقد تحدت شكوك هيوم استعداد النوع البشرى لقبول العلية على أنها مُعطى، بل وفوق هذا، استحثت تدقيق المفهوم، وأصبحت أساس كثير من الفكر الغربى حول الموضوع خلال المائتى عام التالية.

ففى الوقت نفسه الذى كان يعبر هيوم فيه عن شكوكه حول إمكانية تعريف العلة بيقينية مطلقة، كان يعبر الفيلسوف الإيطالى جيامباتيستا فيكو Giambattista Vico (١٦٦٨-١٧٤٤) عن مخاوف مماثلة بصدد صحة تطبيق المعرفة العلية فى

---

(١) الأصل proof ويترجمها زكى نجيب محمود فى المنطق، جون ديوى الدليل.

(٢) انظر المنطق جون ديوى، حيث يترجم زكى نجيب محمود "بينة". يترجمه مراد وهبة "بديهة". وفى سياق هذا الكتاب يستخدمه المؤلف بالمعنى الأول.

الحقل المعرفى التاريخ. ذكر فيكو أن معظم الآليات العلية المقترحة الموجودة فى الكتابة التاريخية تستقى من تحليل الأحداث *بعد* وقوعها. وطرح أنه يجب وضع تمييز أولى بين المعلومات المجمعة عن طريق منهج علمى، وتلك التى عن طريق وسائل غير علمية. سوف يفحص الفصل التاسع هذا الانشغال المنهجى فحصًا أعمق.

إيمانويل كانط ودور الإدراك الإنسانى

حث رفض هيوم الجذرى للاستقراء إيمانويل كانط (١٧٢٤ - ١٨٠٤) على إعادة صياغة reformulate مفاهيم العلة والعلية بعد أقل من نصف قرن، فقد اقترح كانط أن البشر يفرضون مقولات categories أساسية طبيعية مثل السببية causation. وفى عبارات أكثر معاصرة، يبين هذا الاقتراح أن تنظيم الجهاز العصبى يعين determines طريقة إدراك الأشياء، ومدّ كانط هذه الفرضية لقضية العلية فاقترح أن مفهوم العلية هو وجه فطرى فى التفكير البشرى. وبناء عليه، توجد العلل؛ لأن المخ البشرى منظم لإدراك العلاقة العلية بين الأحداث. هذه الفكرة الراديكالية الاستثنائية (على الرغم من أنها ظهرت فى اليونان القديمة) وجدت دعمًا من خطوط عديدة من التجارب الحديثة. فعلى سبيل المثال: أظهر المرضى الذين خضعوا لجراحة "فصل فصى المخ" أنهم يعيشون ويفكرون فى العلاقات العلية التى تربط حدثين بطريقة مختلفة فى كل من النصف المنفصل من مخهم. وتطرح كذلك الأبحاث التى أجريت على الأطفال حديثى الولادة أن معنى notion العلاقة العلية يتطور عند بلوغهم عامين إلى ثلاثة أعوام، غير أن تفسير تلك التجارب يعتمد على الاتفاق بأن هناك سلوكيات معينة تدل على وجود مفهوم العلية، وهو التفسير الذى لا يجد إجماعًا عليه. وتطرح كذلك دراسات المسح بالتصوير الرنينى المغناطيسى أساسًا عصبيًا للمنطق المقولى لدى البشر.

العلة إجراء عملى[1] فى العلوم الطبية

مع النصف الأخير من القرن التاسع عشر، قامت تكنولوجيا جديدة واقترابات فكرية على قوى strengths نموذج " الفاعل- المباشر" للعلية الذى دعمه جاليليو وأتباعه. وهذا يتضح جيدًا فى تقدم المعرفة الطبية. فلآلاف السنوات، ركز الأطباء الذين كتبوا عن الطب على الأعراض الفردية مثل الحمى وضيق النفس والنوبات والتشوش. وكل منها كان يعتبر قائمًا بذاته، تمامًا كما نعتبر اليوم الأمراض الفردية شروطًا متمايزة. من ناحية ثانية، فى منتصف القرن السابع عشر، لاحظ الطبيب البريطانى توماس سيدنهام Thomas Sydenham (١٦٢٤-١٦٨٩) أن هناك أعراضًا طبية معينة تتجمع معًا بانتظام فى بعض المرضى. وطرح أن تلك التجمعات من الأعراض الطبية، والتى تسمى الآن "متلازمة"، تمثل أعراضًا قائمة بذاتها فعليًا واقترح اختبارًا لفحص هذه الفرضية: سوف تظهر فى مرضى من أنحاء العالم المختلفة وفى فترات تاريخية مختلفة. وعلاوة على ما سبق، اقترح أن الدليل على وجود هذه الأعراض القائمة بذاتها حقيقة أن كلاً منها يتبع مسارا قابلاً للتنبؤ predictable عبر الزمن ونتيجة قابلة للتوقع بغض النظر عن أين ومتى عاش الشخص. فعلى سبيل المثال، سوف يعانى المرضى الذين ظهرت عليهم الأعراض الثلاثة: الحمى والسعال والبلغم من الالتهاب الرئوى أو مرض الرئتين، بينما سوف يعانى على الأرجح المرضى الذين ظهرت عليهم أعراض الحمى وتصلب العنق والتشوش من التهاب الغشاء السحائى، وهو مرض يصيب الغشاء المبطن للمخ والجهاز العصبى المركزى.

هذا الاقتراب الجديد المثير مهد الطريق لمفهوم المرض كما نفهمه اليوم، وارتبط هذا المفهوم بعد مائتى عام بالتشريح لكى يقوم بعد ذلك أطباء القرن التاسع عشر

---

(١) Operation, operational. انظر المنطق جون ديوى، لتعريف الإجرائية فى علم المنطق أما الإجرائية فى العلوم، فهى تعريف مقاييس ظاهرة غير قابلة للقياس عن طريق ظاهرة أخرى.

أمثال عالم الباثولوجى الألمانى ردولف فيرشـو Rudolf Virchow (١٨٢١-١٩٠٢) بتطوير منهج يسمى التلازم الباثولوجي/ الإكلينيكى. يوفر هذا الرابط وسيلة للبرهنة على أن العديد مـن المـرضى الـذين يعـانون مـن متلازمـات يعرفهـا مـنهج سـيدنهام للأعراض المتجمعة معًا يُظهرون الاختلالات الجسدية نفسها مع التشريح، مما يـوفر منهجًا للبرهنة على أن اختلالاً جسديًا معينًا يتسبب فى الإصابة بمرض معين.

أما الأكثر صلة بنقاشنا هنا هـو أن الاقـتراب البـاثولوجي/ الإكلينيكـى أصـبح منهجًا يمكن به التأكد من علة مرض معين. فعلى سبيل المثال، ربط اختلالات معينـة فى بنية الجسد بمتلازمات إكلينيكية معينة أدى إلى نبذ اعتقادات، تعود إلى اليونان القديمة، بأن علة المرض هـى اخـتلال تـوازن الأخـلاط الجـسدية (الـصفراء الأسـود والمـرارة الصفراء والبلغم والدم) والمواد البيئية (الوبالة). إن ما قدمه التشريح هـو وسـيلة للـ " تدليل" على تلك الروابط ومن ثم دليل على قيمة النموذج وخـصوصيته الـذى اقترحـه سيدنهام. يتمتع المفهوم المعاصر للمرض الذى يستقى من هذا النمـوذج بقبـول واسـع داخل مهنة الطب والجمهور على السواء؛ إذ إن التقـدم الـذى شـهدته مجـالات الطـب خلال المائة عام الماضية يشهد على صحة قوى هذا النموذج من العلية، لكن تنبع كذلك بعض من إخفاقاته من الحدود القصوى/ القصور التى تسم نمـوذج العليـة للأمـراض البسيط بساطة مفرطة، كما سوف نرى فى الفصول الرابع والخامس والثامن.

أدى اكتشاف طبى عظيم آخر فى القرن التاسع عشر، وهو نظرية الجرثومـة إلى التحام المناهج لترسيخ العلية فى الطب التجريبى والإكلينيكى. ففى التجـارب التـى أجريـت فى منتـصف القـرن التاسـع عـشر، وجـد لـويس باسـتير Louis Pasteur (١٨٢٢- ١٨٩٥) وآخرون أن المتعضيات الميكروسـكوبية التـى تـسمى "بكتيريـا" ترتبط بالعديد من المتلازمات مثل الالتهاب الرئوى والتهاب الغشاء السحائى، لكـن كيف يمكن البرهنة على هذه العلاقات العلّية؟

عالم الميكروبات روبرت كوخ Robert Koch (١٨٤٣-١٩١٠) اقترح ثلاثة معايير، والتى سميت بعد ذلك بمسلمات كوخ koch's postulates للتدليل على أن المتعضية تتسبب فى العدوى:

١- تعزل المتعضية مرارًا من الأفراد الذين يعانون من مرض معين

٢- يتم توليد المتعضية بعد ذلك بكمية كبيرة بحيث؛

٣- مع تعرض سواء حيوانات أم أشخاص أخرى لها، يتضاعف المرض الأساسى.

يشمل هذا المخطط عناصر من اقتراح هيوم بأن الترابط المتكرر يقوى من رجحان الارتباط العلى؛ ومن فكرة جاليليو بأن العلية تعنى ضمنًا أن العلاقة بين حدثين *ضرورية*؛ بمعنى أن المرض لم يكن ليتطور دون الفاعل. تم تعديل المعايير خلال القرن الماضى، وتشمل الآن عنصر الكفاية، أى فكرة أن المرض لن يتطور دون فاعل أو أن المرض يقضى عليه حين تتم إزالة الفاعل، بالعلاج على سبيل المثال. تصف هذه المعايير جوهر السيرورة العلمية التى يتم بها تحديد العلة أو العلل فى الجهاز البيولوجى. إنها تطبيق قوى لنموذج المرض وحيد- العلة الذى سوف يناقشه الفصل الثالث. وبعبارات أكثر عمومية، تُسلّم تلك المعايير بأنه يمكن البرهنة أن "أ" سبب "ب" إذا:

١- ارتبطت "أ" *تكرارا* مع "ب" (تلازم أو ترابط مع)؛

و

٢- يحدث "ب" بانتظام حين يوجد "أ" (كافٍ)؛ و

٣- يؤدى إزالة "أ" إلى انحلال "ب" (ضرورى).

من ناحية ثانية، لا تفسر مسلمات كوخ أو معايير العلية قضايا عدة فى العلية تتعلق بمجال علم البكتيريا والعلية على نطاق أوسع. لماذا لا يتطور المرض فى بعض الأشخاص الذين يُلقّحون بالمتعضية؟ لماذا تتسبب سلالة المتعضية نفسها بمظاهر متباينة فى أشخاص مختلفة؟ لماذا تتنوع الأمراض فى تواترها أو شيوعها فى مناطق جغرافية مختلفة؟ تكشف هذه الأسئلة عن أن هناك حدودًا قصوى لكلية المسلمات universality of the postulates، غير أن التقدم فى المعرفة الذى نتج عن تطبيقها عبر المائة عام الماضية شهادة على قوتها ومنفعتها. إن الرابط السريع لمتعضية فيروس نقص المناعة البشرى بمتلازمة نقص المناعة الإيدز، تستخدم على سبيل المثال هذا المنطق، على الرغم من أن المعيار الثالث لم يبرهن عليه فى البشر لمدة ١٠ أعوام بعد اكتشاف الفيروس.

ترسم الأسئلة التى وردت فى الفقرة الأخيرة التى لم تجب عنها مسلمات كوخ خطوط قضية أكبر: ***إن قدرتنا على التوصل إلى قواعد عامة لترسيخ العلية سوف يقيدها دائمًا خصوصية السؤال السببى المطروح.*** فى المثال المطروح للتدليل على أن فاعلا معديا معينًا هو علة مرض معين، لا تتسم المتعضيات المعروف أنها تتسبب فى اعتلال معين بالتغير فقط(على سبيل المثال، قد يتمتع البعض منها بجين يخول له مقاومة المضاد الحيوى) بل تسم الأشخاص المصابين بالعدوى (عوامل المناعة "المضيفة") إلى جانب الاختلافات بين البيئات التى يسكن بها المضيف والفاعل. هناك إذن فى هذا المثل ثلاثة عناصر فى السلسلة العلية: الفاعل والمضيف والبيئة، وتؤثر الثلاثة على الحدث محل الاهتمام (هنا هو المرض المعدى) وسلسلته العلية. سوف نلتقى بهذه القضية فى أشكال متعددة خلال الكتاب. ومن المعتاد والمهم على السواء أن نذكر جملة عامة:

إن القدرة على توقع علة فى واقعة واحدة لا تخضع فقط لخصوصيات الفاعل العلى المحتمل "أ" وخصوصيات الجسم "ج" الذى يؤثر عليه بل كذلك لخصوصيات البيئة "د" التى يحدث فيها الحدث.

إن هذا التقييد فى القدرة على تعيين العلية يعكس تعريف هيوم للحدود القصوى للاستقراء. فكل تضاعف للحدث "أ" ليس نسخة دقيقة من ذلك الحدث؛ فكل موقف فريد، بغض النظر عن الحرص المبذول فى معالجة الموقف ليبدو مماثلاً. إن هذا الحد الأقصى الذى يسم التضاعف يعرف الحدود القصوى لقدرتنا على التعميم فى العلية، لكن هناك عددًا من الخطوات التى يمكن اتخاذها فى الموقف التجريبى لتقليل أية اختلافات إلى الحد الأدنى. تبرهن النجاحات العديدة فى علم البكتيريا والتطبيق الناجح فى عدد من الفروع العلمية للاستدلال التى تطبق مسلمات كوخ على أنه يمكن وضع تعميمات[1] generalizations دقيقة. وهكذا يمكن استقاء قوانين عامة عن العلية، لكن سوف تكون هناك على الأرجح استثناءات دائمًا لها، لذلك سوف تتسم دائما على الأرجح بحدود قصوى. (بالطبع هذه الجملة فى حد ذاتها تعميم، لهذا لو أنها تنطوى على حد أقصى، فالنتيجة سوف تكون استثناء الاستثناء؛ أى الادعاء بأنه يمكن أن يصبح هناك تعميم لا يتسم بحدود قصوى. هذا يعكس الحدود القصوى للمنهج البلاغى rhetorical method المستخدم فى الاستدلال التقمصى (انظر الفصل التاسع)).

إن تعريف الحدود القصوى لأى مجموعة من المعايير من أجل تعريف العلاقات العلية خطوة مهمة فى ترسيخ وجود هذه الخطوط الإرشادية، ويقوى تعريف الحدود القصوى فعليًا البحث عن العلاقات العلية، فعن طريق التوكيد على أنه لا يمكن ترسيخ العلاقات العلية بيقينية مطلقة، يجب أن يحث إدراك الحدود القصوى

---

(١) انظر مراد وهبة ص ٢٠٢.

لأى اقتراب مستخدميه على تعريف المعلومـات الأخـرى التـى تثبـت أكثـر العلاقـة المقترحة. وكما سيناقش الفصل الرابع، تطورات المناهج التى تقيم estimate رجحان العلاقة خلال عدة مئات من السنوات الماضـية، ومـن الممكـن أن نقـول إن رجحـان العلاقة يقترب من أو تقريبًا مطلقًا. سوف يرفض الـبعض كلمـة " تقريبًـا"- هـؤلاء الذين يؤمنون بأنه من الممكن ترسيخ العلية بيقينية مطلقة، وسوف تـدفع الـبعض إلى استنتاج أن من الممكن ترسيخ علاقـات عليـة. إن مـا تـم اقتراحـه هنـا هـو الحـدود القصوى لمفهوم العلية، وهى الحدود التى تعزز فى النهاية المفهوم من خلال استيعابها:

لا يمكن تأسيس مجموعة من القواعد دليلاً على العلية. وبما أن كل حدث فريد فى الزمن، هناك دائما عناصر معينة للموقف تؤثر على النتيجة لكـن لا يمكـن عـدّها. ومع ذلك، يمكن ترسيخ العلية بيقينيـة قابلـة للقيـاس حتـى لـو أن اليقينيـة المطلقـة متعذرة.

عودة ظهور فكرة إمكانية تحليل العلة

مع نهاية القرن التاسع عشر، أصبح المنهج العلمى مقبـولاً عـلى نطـاق واسـع اقترابا لترسيخ آليات علية فى فروع علمية مختلفة مثل الطب والفيزيـاء والبيولـوجى، واعتبره كثيرون منهجًا وحيدًا يمكن التدليل على العلية من خلالـه. كـان نقـد هيـوم للمنهج الاستقرائى معروفًا معرفة جيدة بين صفوف الفلاسـفة، لكـن العديـد مـنهم تجاهلوه أو رفضوه فى العلوم المختلفة. من ناحية ثانية، بدأ كثير من الفلاسفة والعلماء فى تقدير إشارة فيكو الذى سبق هيوم بنصف قرن إلى صعوبة تطبيق معيار مماثل عـلى الحقل المعرفى، وأدى بهـم هـذا التقـدير إلى التمييـز بـين العلـوم " الحقيقيـة[1] true" والعلوم " الاجتماعية".

(١) الحقيقة انظر أطلس الفلسفة ص ٧٣ ٨٣ ١٧٣؛ انظر الحق مراد وهبة ص ٢٨١.

سعى ماكس فيبر Max Weber(١٨٦٤-١٩٢٠) وهو مؤسس علم الاجتماع، إلى حل هذا التوتر بين العلم والتاريخ بأن اقترح اقتراحين لترسيخ العلية؛ أحدهما يرتبط بدراسة القضايا العلمية، والآخر مناسب لدراسة التاريخ. كان الاقتراح مماثلاً لطرح فيكو منذ قرنين سابقين. قام كارل ياسبرس Karl Jaspers (١٨٨٣-١٩٦٩)، الذى تلقى تدريبه فى الطب النفسى وأصبح فيما بعد فيلسوفا وجوديا بارزا بتطوير هذه الفكرة فى كتابه *علم السيكوباثولوجى العام* ***General Psychopathology***، الذى نشر أول مرة فى عام ١٩١٣.

وصف ياسبرس نموذجين لمفهوم العلة، سمى واحدا منهما ***verklaren***، أى منهج *التفسير العلى* casual explanation. يعين هذا الاقتراب العلية فى مواقف يمكن من خلالها ملاحظة الظاهرة عن طريق ملاحظين متعددين، ونظريا يمكن مضاعفتها فى مناسبات عديدة. تجارب جاليليو ومسلمات كوخ والمنهج الإكلينيكي- الباثولوجى هى أمثلة من الفروع العلمية التى توظف توظيفا مناسبا التفسير العلى (الإيضاح). أطلق ياسبرس اسم ***verstehen***، منطق *الفهم الهادف* على الاقتراب الثانى الذى يرسخ العلاقات بين الأحداث. يرتكن المعنى إلى التقدير/ الفهم الحدسى للموقف والصلات بين الأحداث التى أدت إلى وقوعه. وتترسخ الدقة فى ***verstehen*** حين ينمو بين صفوف المجموعة الواعية أو المدركة إجماعٌ على أن صلة عليّة معينة دقيقة.

اعتقد كل من فيبر و ياسبرس أن هذين النوعين من المنطقين العليين يكملان بعضهما. وقد تصور كل منهما منهجا مميزا لتعيين نوعين من العلية؛ واعتقدا أن استخدامهما المناسب يحدده الموقف المعنى بالدراسة. ونتيجة لهذا، لم يريا المنهجين متناقضين أو متنافسين بل بالأحرى اقترابين مكملين لبعضهما يوظفان توظيفا مناسبًا فى المواقف المختلفة. لذلك، ليس من المدهش استخدام المعايير المختلفة لتعيين دقتهما.

فطبقًا للنموذج الذى اقترحه فيبر، تعتمد المهارة فى توظيف تلك النماذج العليّة على معرفة الوقت المناسب لتطبيق كل منهج.

إن فكرة أن هناك أكثر من نموذج للعلية ليست جديدة بالطبع؛ فقد اقترح النموذج الأرسطى استخدام الاقترابات المتعددة لفهم العلاقات العلية منذ أكثر من ٢٤٠٠ عام مضت، وما يميز نموذج فيبر طرحه بأنه يجب تطبيق النماذج المختلفة على الظروف المختلفة، بينما يطبق النموذج الأرسطى مستويات مختلفة لتحليل القضية نفسها. يستخدم نموذج فيبر، مثل الاقتراب الأرسطى، السؤال المطروح مرشدًا لاختيار أى من مناهج التحليل هى الأفضل. إنه لا يحل الصعوبة التى وضعها هيوم، بما أنه لا يمحو الحاجة إلى قفزة استقرائية. من ناحية ثانية، يوضح أن أساس القفزة الاستقرائية يختلف تمامًا مع الأسئلة المختلفة. ففى العلوم الاجتماعية، يرتكن الاستدلال الاستقرائى إلى الفهم التقمصى بأن الحدثين يرتبطان ارتباطًا عليًا. أما فى العلوم الفيزيقية والبيولوجية، فلا تتطلب هذه القفزة مثل هذا الرابط، على الرغم من أن الصحة/ المعقولية الظاهرية plausibilty تعتبر معيارًا فى بعض الأحيان فى العلم كذلك، كما سوف تبين الفصول السادس والسابع والثامن.

يبدو من الآمن القول بأن اقتراح فيبر لم يلق قبولاً أو استحسانًا واسعًا. فمعظم الناس كما يبدو لا تؤمن فقط بأن هناك اقترابًا واحدًا للعلية، بل إن الأفراد الذين يقبلون اقتراح فيبر بأن هناك أكثر من منهج واحد أو اقتراب قد يميلون إلى الاعتقاد بأن هناك منهجًا أفضل من آخر. وفعليًا، تقع تلك الاختلافات فى الآراء فى قلب عديد من النقاشات المعاصرة حول العليّة. إن إحدى النتائج المترتبة على هذا أن كلا من النموذجين اللذين اقترحهما فيبر له مؤيدون أقوياء يقلل من قيمة المنهج الآخر بنعوت مثل "غير علمى"؛ و"غير قابل للبرهان"؛ و"بارد ومتبلد". هناك سبب إضافى أو بديل لرفض التمايز وهو قبول توكيد هيوم على قفزة الحكم leap of

judgement عوضا عن هل السؤال محل البحث ينتمى إلى العلوم" الفيزيقية" أم "الاجتماعية". هذا الكتاب سوف يقبل اقتراح فيبر بأن الأنواع المختلفة من الاستدلال مفيدة فى تناول الأنواع المختلفة من الأسئلة العلية مع الإقرار بأن التمايزات ليست مطلقة. ويظل مع ذلك وجوب تناول التحدى المتمثل فى إيضاح الأساس والمعيار لإقامة التمايزات.

إن التمايز الذى يقترحه فيبر ليس مجرد قسمة علم/ لا علم الذى يصفه سى.بى. سنو C. P. Snow فى كتابه المؤثر *ثقافتان Two cultures*. يستخدم عديد من المؤرخين وعلماء السياسة وعلماء الاجتماع معلومات مثل معدلات الميلاد والوثائق الورقية لتحديد علاقات علّية تتسم بالصحة الظاهرية بين الأحداث ويستخلصون استنتاجاتهم مما قد يتوصل إليه أى شخص بأنه بيانات. وعلى العكس، يتفكر عديد من علماء البيولوجى والفيزياء فى علل أحداث فردية مثل أصل الكون ولماذا قد تختار الطبيعة سبيلاً دون الآخر أو يقيسون على سلوك فأر سلوك الإنسان، ويستخلصون استنتاجاتهم حول العنف والارتباط العاطفى أو الاكتئاب. إن الاستخدام واسع الانتشار لمنهجى *verstehen* و*verklaren* من الأفراد والمجموعات الذين يرون أنفسهم يستخدمون واحدًا منهما هو خطأ فى الاستدلال. إن الأفراد الذين يرون أنفسهم علماء يستخدمون المنهجين، كما هو الحال بالنسبة للمتخصصين فى العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية. كان الإسهام العظيم الذى قدمه هيوم هو إيضاح أن كل تجربة تتطلب قفزة حكم لـ *verklaren.* وعلى النقيض، يعتمد عديد من تطبيقات الاستدلال الـ *verstehen* على المعلومات (البيانات) المجمعة عن طريق مناهج الملاحظة التى يمكن فحصها للتحقق من مصداقيتها reliability على الأقل.

هنا مثال آخر على الجدال الذى يقوم على الالتصاق الخانع بمنهج واحد: الصراع الطويل بين الادعاءات العلية فى العلم والدين. لعل هذا الصراع أدى إلى احتضار العلوم الإسلامية فى القرنين الحادى عشر والثانى عشر؛ وإلى تطور العلم فرعا علميا متميزا فى أوروبا بفترة قصيرة بعد إجبار جاليليو على التراجع عن الأفكار التى طرحها فى *العلمين* ***The Two Sciences***. يغلب اليوم على المناقشات والجدالات التى تدور بين علماء الدين وبعض العلماء حول تطور الكائنات الحية Evolution وأصل الكون تلك التوترات؛ إذ يستخدم كل طرف منهما منهجًا وحيدًا (لكن مختلف) للادعاء بأنه توصل إلى حل سؤال شديد الصعوبة. ويقوم كل طرف بهذا دون الاعتراف بأنه بدأ بافتراضات مختلفة تمامًا، ويستخدم نماذج مختلفة تمامًا من الاستدلال العلى وبدون أن يقر بأن الإجابة التى يسعى إليها سوف يعينها (يحتمها) ما يحاول أن يشرحه. إن الحل الذى قدمه أرسطو هو القبول بأن هناك مناهج مختلفة عدة لتعريف العلية، وأن أكثر المناهج المناسبة للسؤال المعطى تعتمد على السؤال المطروح، وعلى العلاقات بين العوامل العلية المعرّفة والمبينة. يرتكن الحل الذى قدمه فيكو وفيبر على الادعاء بأن هناك أنواعا مختلفة من المعرفة (هى فكرة أرسطية كذلك) وأن تلك المناهج المختلفة تصلح لفهمها أو إلى التوصل إلى حقيقتها. إن المشترك فى تلك الحلول أو الاقتراحات هو رفض المعنى بأن هناك نموذجًا واحدًا أو منهجًا واحدًا يمكن عن طريقه الوصول إلى المعرفة العلية.

الاحتمالية تستولى على الفيزياء المعاصرة والعلم

وبينما تحدت الاكتشافات فى العلوم الفيزيقية والأفكار الجديدة الراديكالية فى العلوم الاجتماعية المفاهيم الأساسية التى استمرت طويلاً، مرّ مفهوم العليّة بتغيرات هائلة خلال القرن العشرين، وقد برزت عمليات بناء المفهوم الجديدة هذه على الأخص

فى الفيزياء حيث قلبت نظرية النسبية relativity theory وميكانيكا الكم quantum mechanics المعتقدات الراسخة حول تكوين العالم المادى.

انبثقت نظرية النسبية عن " تجربة فكرية" (أو تأمل إذا كنت تفضل هذه الكلمة أكثر) بين من خلالها ألبرت إينشتين Albert Einstein (١٨٧٩ - ١٩٥٥) أن حركة المراقب (الشخص الذى يقوم بالملاحظة) لها تأثير مباشر على الشيء الذى يقوم بملاحظته. نبع هذا الاستنتاج من البرهان المعاصر حينذاك بأن سرعة الضوء لها قيمة نهائية (١٨٦.٠٠٠ ميل/ ث). واستدل إينشتين أنه فى هذه الحالة سوف يتوقف الزمن بالنسبة للمراقب الذى يتحرك بسرعة الضوء بعيدًا عن الحدث الساكن وسوف تنخفض سرعته بالنسبة للمراقب الذى يتحرك بسرعة أقل قليلاً من سرعة الضوء. سوف تبدو أن الأحداث تحدث فى تراتب معاكس، والذى سمى بالسفر عبر الزمن، إذا تحرك هذا المراقب بسرعة أكبر من سرعة الضوء. تناقضت هذه الفكرة مع خبرة الإنسان بأن التلاحق السببى أو تتابع الأحداث يقع فى نمط واحد فقط ويعنى ضمنًا أن دقة الملاحظة تعتمد على كل من حركة المراقب وحركة الحدث المُراقَب (الراصد والمرصود observer and observed).

على المستوى الفلسفى قوضت نظرية النسبية (وهى قفزة هائلة بالفعل)، الإيمان بالقياس المطلق measurement absolute كذلك من مفاهيم الدقة المطلقة. وظهر الاهتمام الواسع بنظرية النسبية من غلاف مجلة نيويورك تايمز الذى يحمل عنوان مقالة عن أن كسوف الشمس فى عام ١٩١٩ يثبت توقع النظرية بأن الضوء ينحنى إذا قابل فى طريقه جسمًا هائلاً مثل الشمس.

إن أحد التضمينات المدهشة لنظرية النسبية هى أن الزمن ليس له اتجاه متأصل inherent direction؛ فهو يمكن أن يتحرك إلى " الأمام" أو " الخلف"، طبقًا لسرعة velocity المُراقِب والمُراقَب، وهذا يطرح تحديًا كبيرًا أمام نموذج العلة الذى تطور

حتى الآن، بما أننا اقترحنا أن التلاحق السببى الذى تقع به الأحداث يلعب دورًا أوليًا فى تعيين ما إذا كان هناك علاقة علية أم لا. وفعليًا، اعتبر الزمن، على الأقل منذ أرسطو، معلمًا ثابتًا من معالم الطبيعة. وعلى الرغم من أن الفيلسوف آرثر شوبنهاور Arthur Schopenhauer (١٧٨٨ - ١٨٦٠) اقترح أن الزمن هو بناء إنسانى human construct لا أساس له فى الطبيعة، قدم اقتراح إينشتين بأن الزمن قد يتنوع مع سرعة المُراقِب، عبارة statement قابلة للقياس كما من ثم قابلة للاختبار.

وكما هو واضح، انطوى هذا على تضمينات هائلة بالنسبة للعلية، لأنه لو أن الاتجاه (الزمن) ليس مطلقًا، فيجب علينا إما أن ننبذ المتطلب requirement (الشرط الأساسى) بأن العلاقة التسلسلية (لكى تكون "أ" علة "ب"، يجب أن يحدث "أ" قبل "ب") هى صفة تعريفية للعلية، أو نرفض النظرية النسبية على أنها خاطئة أو نقصر تطبيق النظرية على عالم الجسيمات دون الذرية subatomic particles(أى الادعاء بأنها لا تنطبق على العالم الماكروسكوبى من خبرتنا) أو نفترض، كما سوف يكون هنا، أن *الزمن يتمتع باتجاه واحد نعيشه على أنه إلى " الأمام"* . يقيد هذا الافتراض تطبيق نقاشنا على مواقف تحدث جوهريًا عند سرعة أقل من سرعة الضوء، لكن الفائدة منه أن يسمح بتقدم النقاش. بناء عليه، لن تتعلق استنتاجاتنا بالأحداث التى تقع عند سرعات تقترب أو تتجاوز سرعة الضوء، على الرغم من أن الفصل السادس سوف يناقش هذا النوع من الأحداث باختصار. هناك ظاهرة أخرى لن يتناولها الكتاب وهى التزامن *simultaneity*، وهو توقع آخر من توقعات ميكانيكا الكم بأن الحدث "أ" الذى يبعد عن حدث آخر "ب" يمكن أن يؤثر عليه فى الوقت نفسه الذى يحدث فيه الحدث "أ". برهنت فعليًا البينة التجريبية أن هذا يحدث عبر مسافة مترات، وقد زادت المسافات التى تحدث معها هذه الظاهرة أثناء ملاحظاتها فى التجارب المتتالية لرصدها عبر السنوات الأخيرة الماضية.

إن الفقرات القليلة السابقة، تلك التى تفترض وجود زمن أحادى الاتجاه وتستبعد الأحداث التى تقع عند سرعة قريبة من سرعة الضوء أو تبين ظاهرة التزامن، هى أمثلة على فكرة أن تعريف الحدود القصوى يمكن أن تشجع على مزيد من النقاش، لأنها تصف الحدود boundaries التى يجب تطبيق الفكرة ضمنها. كان هذا المفهوم ذاته الذى استخدمه جاليليو حين رفض النموذج الأرسطى لأنه معقد جدًا. وهو بهذا يعترف بأن الاستنتاجات المستخلصة لا يمكن أن تكون كلية، بل تتمتع باحتمال زيادة فهم المفهوم محل الدراسة.

كان مبدأ اللايقينية لهايزنبرج Heisenberg's uncertainty principle نتيجة أخرى من نتائج ميكانيكا الكم؛ ينص هذا المبدأ على أنه ليس من الممكن أن تعرف سرعة الجسم وموقعه فى اللحظة نفسها لأن فعل قياس أحدهما يؤثر على الآخر. وينطوى هذا المبدأ كذلك على تضمينات بالنسبة لدراسة العليّة بما أنه يشير إلى أن موقع الجسم فى الفضاء لا يمكن تعيينه بدقة مطلقة. وبأسلوب أكثر عمومية:

إن كمية المعلومات التى يمكن أن يجمعها الشخص عن أى ظاهرة محدودة لأن القياس فى حد ذاته يؤثر على السيرورة محل الوصف.

إذا قبل الشخص بأنه يمكن تطبيق هذا المبدأ فى الفيزياء الجزئية على العالم الماكروسكوبى الذى يعيش فيه الإنسان، فإن هذا يعنى ضمنيًا أنه لا يمكن تقرير العليّة بدقة ١٠٠٪، لأن فعل تعيين ما إذا كان "أ" علة "ب" لا يؤثر على العلاقة بين "أ" و"ب".

لماذا نقبل مبدأ اللايقينية لكن نرفض عكوسية الزمن reversibility of time الذى تقدمه النظرية النسبية ، مبدأ قابلاً للتطبيق على مفهومنا للزمن وعلاقات التلاحق السببى للعلية؟ إن الإجابة عملية. نحن نتطلع إلى تعريف كلى بقدر الإمكان وسوف نضع افتراضات أو نقصر قابلية تطبيق المفاهيم الدقيقة حين يستوجب هذا

منا. إن علاقة التلاحق السببى فى الزمن هى مكوّن ضرورى للعلاقة العلية، والادعاء بأنه سوف يكون هناك دومًا لايقينى ما فى ادعاء أو التدليل على علاقة علية، وهى النقطة التى طرحها هيوم- هذا الادعاء غير قابل للدحض ولا يمنع المناقشة عن تقدمها. برهن تشاتين Chaitin[1] حين شمل البرامج الكمبيوترية فى مجال تطبيقه على دعم ما بالنسبة لتطبيق مبدأ اللايقينية على نسق أعلى Higher-Order. إن تضمين مبدأ اللايقينية الذى يتعلق بنقاشنا أكثر هو أن الحدود القصوى التى تسم المعرفة، والتى تشمل المعرفة العلية، توجد فى أى نظام مغلق closed system.

ظهر حد أقصى آخر فى دليل ١٩٣١/ (1931 proof) لكيرت جودل Kurt Gödel (١٩٠٦-١٩٧٨) على أنه ليس من الممكن بناء نظام رياضى يمكن استقاء كل النظريات منه. تنص مبرهنات عدم الاكتمال incompleteness theorem[2] على أن كل نظام رياضى يحوى عبارات يمكن *التدليل* عليها فقط بالخروج من ذلك النظام فقط. وبما أن الرياضيات تكمن فى جوهر العلوم الفيزيقية- وإذا (وهذه إذا كبيرة) قبل الشخص بالمقدمة الفرضية بأن كل العبارات العلية يمكن التعبير عنها رياضيًا- يمكن إذن إعادة صياغة نظرية جودل لتظهر أنه ليس من الممكن وصف أو تخصيص نظام فيزيقى يمكن من خلاله معرفة علة كل حدث.

> **فى أى نظام مغلق، سوف يؤثر قياس (تعريف) متغير واحد على قياس كل المتغيرات الأخرى. هذا يعنى أن وجود بعض اللايقين حول المتغيرات فى أى نظام هو حتمى ومتعذر اجتنابه. ونتيجة لهذا، سوف تكون هناك عناصر لكل علاقة علية يجب فرضها أو استنباطها لأنه لا يمكن إثبات كل علاقة.**

---

(1) **Gregory John Chaitin (nov, 1947-)** رياضى أرجنتينى أمريكى وعالم كمبيوتر .

(٢) يترجم مراد وهبة الكلمة بقضية مبرهنة theorem أى قضية مستنبطة من قضايا أخرى ص ٤٩٨.

إن التضمين الحاسم الذى ينطوى عليه هذا النقاش الحالى هو أن كلاً من نظرية النقص لجودل ومبدأ اللايقينية لهايزنبرج رسخا حدودًا قصوى متأصلة لا يستطيع المنهج العلمى تذليلها. لقد أعادا كذلك صياغة إدراك هيوم للحدود القصوى التى تسم الاستدلال الاستقرائى، وإن كان على أساس مختلف. وبما أنه لا يمكن وصف أو تخصيص أى نظام يستخدم الرياضيات أو يعتمد على مبادئ فيزياء الجسيمات بدقة كاملة، فمن المستحيل التدليل على أن الشخص قد خصص- قاس بدقة أقل بكثير- *كل* الأسباب فى نظام مغلق؛ فسوف يحتاج دائمًا إلى المعرفة أو افتراضات من مصدر " خارجى".

برهن على قوة المنهج العلمى وتأثيره خلال القرن العشرين ليس فقط التقدم فى المعرفة بل الادعاءات التى طرحها المتخصصون فى التحليل النفسى والنظرية الماركسية بأنهما فرعان علميان. اختلف كارل بوبر Karl Popper(١٩٠٢-١٩٩٤) فيلسوف العلم النمساوى مع هذا الادعاء من الفرعين على السواء، وسعى إلى تعريف الملامح الأساسية للمنهج العلمى لمواجهة هذا الادعاء، مما جعله يواجه إنكار هيوم بأن العلة يمكن تحديدها تحديدًا مطلقًا؛ ففى النهاية، إذا اختلف العلم عن حقل مثل التحليل النفسى لأن العلم يمكن أن يكتشف العلاقات الحقيقية فى الطبيعة، فيجب إذن على العلم أن يقدر كذلك على تعيين ما إذا كانت العلاقة بين الحدثين علّية.

اختار بوبر أن يؤكد مبدأ واحدًا فى كتابات فرنسيس بيكون، مقترحا أن الخاصية الفريدة التى يتمتع بها العلم هى متطلب أن نظرياته أو علاقاته يمكن دحضها أو إبطالها. يشار إلى هذه الفكرة بقابلية التكذيب[1] *falsifiability*، وقد اعترف بوبر، مثل بيكون وهيوم، بأن التجارب التى توثق علاقة تلاحق سببى بين حدثين تدعم ادعاء العلاقة العلية، لكن اعتقد أن " اكتشافه" لمبدأ قابلية التكذيب

---

(١) انظر البحث العلمى كارل بوبر، مراد وهبة ص ٢٠٩.

يجيب عن استنتاج هيوم بأن الاستدلال الاستقرائى (القفزة غير القابلة للإثبات) هى دائمـًا جزء من الاستدلال العلى. لو أن ادعاء بـوبر صـحيح، يجـب إذن وضـع تمييـز مطلق بين المعرفة العلمية وغير العلمية، وضمنا، بـين العليـة التـى تؤكـدها المنـاهج العلمية وغير العلمية.

من ناحية ثانية، لا يـتلاءم مـع النـشاطات والنظريـات العديـدة التـى يتبناهـا المجتمع العلمى معيار بوبر عن قابلية التكذيب. فعلى سبيل المثـال، لا تخـضع العديـد من الأحداث الماضية أو التى حدثت مرة واحدة للدراسة التجريبية، وهذا يقيد القدرة على تعيين قابلية التكذيب. من الممكن محو افتراضات معينة، بإظهار أنها غير حقيقيـة، لكن ليس من الممكن فى بعض الأحيان تصميم اختبارات تقيس قابلية التكـذيب. إن نظرية التطور مثلا قد توافق الأغلبية على أنها علمية، لكن لأن البينة الداعمـة إيجابيـة أوليّا، وليس لأنها قابلـة للتكـذيب. (ينـاقش الفـصل ١١ نظريـة التطـور عـلى أنهـا مفهوم على).

كان تركيز بوبر منصبًا على تعريف الاستدلال العلمـى، ولـيس عـلى تعريـف المعايير التى تثبت وجود العلاقة العليّة. ومع ذلك، فإن استبعاد التفـسيرات البديلـة من خلال بناء فرضيات قابلة للتكذيب وتحليلات هو معيار يمكن استخدامه لتعضيد ادعاءات العلاقة العلية حين يمكن تطبيقها. إن توليفـة الخطـوط المتعـددة مـن البينـة الإيجابية التـى تظهـر علاقـة بـين حـدثين واسـتبعاد التفـسيرات المحتملـة الأخـرى من خلال مقارنات قابلة للتكذيب - هذه التوليفة تقدم دعمـًا قويًـا للعلاقـة العليـة. إن المنـاهج المناقـضة للواقـع[١] counterfactual التـى ينـاقـشها الفـصل ٨ تطبيـق لهذه الفكرة.

---

(١) تعنى عبارة إذا if-clause التى تناقض حقيقة ما .

افتراضات ضرورية

عرّف هذا الفصل عدة قضايا فلسفية تم التعامل معها بالأمر أو الافتراض، وتشكل تلك الفرضيات أساس الكثير مما سيأتى، وعلى الأرجح إن القراء الذين يختلفون معها سوف يختلفون مع الأفكار التى تطورت منها. ومع أن توضيحها يساعد فى تعريف مصادر الخلاف، فهو لن ينهيه لأنه ينبع من اختلافات فى العقائد (كيف نعرف) وليس من الحقائق (ماذا نعرف). إن حل هذا الخلاف سوف يرتكن فى النهاية إلى المنهج البلاغى ((*verstehen*) عوضًا عن الإمبريقى (*verklaren*).

وفى ضوء أهمية تلك الافتراضات بالنسبة لبقية الكتاب، سوف أسردها مرة أخرى:

١- إن مفهوم العلّية يتمتع صحيح valid ويصف السيرورة التى تتسبب فى حدوث حدث أو تزيد من رجحان حدوث حدث آخر.

٢- إن العلل قابلة للاكتشاف، لكن ليس من الممكن تحقيق يقين مطلق حول العلاقات العلية.

٣- إن الزمن أحادى الاتجاه (حسب خبرة الإنسان به)، يتحرك من الماضى إلى المستقبل.

٤- هناك نماذج عديدة للعلية. تلك المناهج مكملة بعضها عوضًا عن أنها متناقضة أو ناسخة لبعضها. ليس هناك نموذج واحد من السببية يمكن أن يدعى أنه غير قابل للدحض أو كلى أو غير قابل للاستبدال، بما فيه النموذج المطروح هنا.

٥- إن اختيار نموذج العلّية الذى يجب استخدامه ليس عشوائيًا، بل يعتمد على نوع السؤال المطروح وعناصر السلسلة العلية المحددة المدروسة.

ملخص ومراجعة

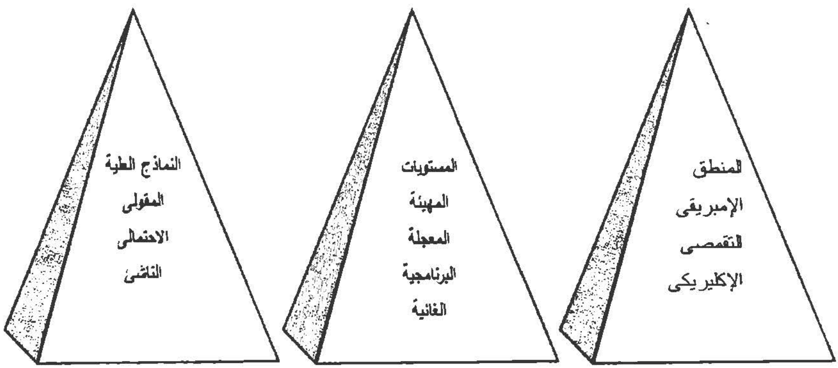
يكشف هذا الموجز التاريخى المنتقى المختصر عن أن مفهوم العلة تغير تغيرًا جذريًا عبر أربعة آلاف سنة من التاريخ المسجل، وتعزو الكتابات المبكرة ونظم اعتقاد عديد من الثقافات إلى ما نطلق عليه اليوم قوى فوق طبيعية العلة النهائية لكل من الكون والأحداث اليومية. فى الغرب، طور الفلاسفة اليونانيون "اقتراب عقلانى" ظل مؤثرًا لمدة ٢٥٠٠ عام بعد ذلك. من بين عمليات بناء المفهوم هذه الاقتراح الأرسطى بأن العلية تتمتع بمعان متعددة. فى الشرق، ظهرت فى الوقت نفسه أفكار مثل اللاحتمية والتغذية الراجعة ودائرية الزمن. وأدى ازدهار المنهج العلمى فى القرنين السادس عشر والسابع عشر إلى التركيز على العلة التقريبية والتوكيد على الوصف الدقيق والتجربة. إن البرهان الذى قدمه فلاسفة مثل دافيد هيوم على أن هناك حدودًا قصوى على ما يمكن قوله وذلك من خلال التركيز مبدئيًا على العلة التقريبية ينعكس اليوم فى وجود نماذج متعددة للعلية وفى رفض آخرين لوجودها أو فائدتها. ويتمتع كل من تلك الاقترابات بمدافعين عنه، يعتقد عديدون منهم أن اقترابهم هو الطريق المقبول الوحيد لتعيين (أو رفض وجود أى) السبب. إن ما ينقص هؤلاء هو الاعتراف بأن هناك حدودًا قصوى تسم كل اقتراب.

بالتأكيد، تغير مفهوم السببية عبر الزمن. وكان هذا التغير فى بعض الأحيان توكيدًا على فكرة دون أخرى، غير أن تطور التكنولوجيا الحديثة كان حافزًا لعديد من تلك التغيرات. وبما أن هذه العملية حدثت تكرارًا عبر التاريخ المسجل، فمن الأرجح أن تستمر مفاهيم السببية فى التغير. ونتيجة لهذا، سوف تستمر معانى العليّة والمناهج التى يتم بها الوصول إلى المعرفة فى التغير.

الفصل الثانى

النموذج ثلاثى الأوجه

مــوجــز



كما بيّن الفصل الأول، صارت عملية بناء مفهوم العلية فى طرق مختلفة عبر القرون. والتصور المعاصر عن العلية هو أنها تتمتع بمعانٍ متعددة وأن تلك المعانى تتنوع حسب الظروف. إن هدف هذا الكتاب هو تقديم نموذج يجمع معًا الأفكار المتعددة التى تسم التصورات المعاصرة عن العلية فى اقتراب بين القوى والحدود القصوى لكل منها والطبيعة المكملة لإسهاماتها للموضوع ككل؛ والطبيعة المزدوجة المتأصلة فى تطبيق اقترابات ليست متشابكة أو متداخلة بل متوازية فى بعض الأحيان؛ والحاجة إلى إرشاد يحدد متى يُستخدم اقتراب معين، لكن توفر تلك الإرشادات

الصارمة ليس ممكنًا. سوف يقدم هذا الفصل موجزًا عن النموذج. وسوف تراجع الفصول التالية تفصيليا الأوجه والمفاهيم التى تشكل أساس النموذج.

النموذج المقترح

يمكن وصف النموذج المقترح هنا بأنه اقتراب متعدد المفهوم/ متعدد المنهج يسعى إلى تضفير الأوجه الثلاثة المختلفة من البحث العلّى casual inquiry:

الوجه الأول: هناك ثلاثة نماذج من العلل: **المقولى** (المطلق أو الثنائى absolute or binary)؛ **الاحتمالى** (البعدى أو المتواصل dimensional or continuous)؛ **الناشئ** (اللاخطى nonlinear). يعرف المقولى العلل التى تسببت مباشرة فى وقوع الحدث، على سبيل المثال، حادث سيارة أدى إلى إصابة مَصعيّة (إصابة بالرقبة)؛ بينما تؤثر العلل البعدية على رجحان الحدث. ومثال عليه هو الطريق المبلل الذى زاد من رجحان وقوع الحادث ذلك اليوم. يتضمن النموذج المقولى الاستدلال " نعم/ لا"، وينعكس النموذج الاحتمالى فى عبارة " أكثر/ أقل راجحية". أما العلة اللاخطية فى هذا المثال؛ فقد يكون الانزلاق المفاجئ للسيارة وهى تجرى على الطريق المبتل، إذ تصل إلى سرعة تجعل الإطارات ترتفع عن الطريق ويفقد السائق السيطرة على السيارة. هذا النموذج يضم مجموعة الظروف كلها (من بينها فى هذا المثال، عامل الاحتكاك بين الإطارات والطريق والجاذبية وكمية المياه فوق سطح الطريق وفقد قوة الدفع التى حدثت حين استخدم السائق الفرامل) التى تسببت معًا فى النشوء المفاجئ للنتيجة؛ فقد تماست الإطارات مع الطريق وفقدت السيطرة على السيارة مما أدى إلى انزلاقها.

الوجه الثانى: يمكن فحص العلية على أربعة ***مستويات*** من التحليل. اقترح أرسطو المستوى الأول، لكن تم تعديله هنا تعديلاً كبيرًا ليناسب عمليات بناء مفهوم العلية الحديثة؛ يفترض هذا الوجه أن أفضل ما يحقق اليقين فى تعريف العلة هو تحليل

العوامل عند مستويات معينة من التحليل وأن ما يُعيّن اختيار المستوى الذى يجب عنده عمل التحليل هو السؤال المطروح، وخصائص characteristics القضية التى يسعى إلى معرفة علتها. فبالنسبة إلى بعض القضايا، تؤدى المستويات المتعددة من التحليل إلى الوصول إلى الفهم الأفضل. إن المستويات الأربعة من التحليل هى *التهيئة* (العوامل التى توجد قبل وقوع الحدث وتزيد من نسبة رجحان وقوعه)؛ *المُعجّلة* (الحدث الضرورى الذى يبرهن اقترابه الشديد من البدء على أن الحدث لم يكن ليحدث دونه)؛ *البرنامجى* (التفاعلات بين العناصر المتعددة التى تساهم أكثر من أى من العناصر المكونة فى وقوع الحدث)؛ *والغائى* ("سبب" why وقوع الحدث).

فى مثال حادث السيارة المذكور آنفًا، تكون العلل المهيئة: السرعة المفرطة؛ وميل السائق إلى فقد أعصابه تحت الضغط؛ والإطارات المنفلتة؛ والمطر الغزير. أما العلة المُعجّلة، فهى السرعة المفرطة على تلك الطرق مع ظروفها، التى دونها لم تكن لتنزلق السيارة، وبالتالى لم يكن ليقع الحادث على الأرجح. تشمل العلل البرنامجية تصميم الطرق وبناء سطح الطريق، الذى سمح للمياه بالتراكم وزيادة نسبة رجحان انزلاق السيارة؛ وصفات مطاط/ كاوتشوك وتصميم مداس (السطح المحيطى) إطار السيارة الذى جعلها قابلة بسهولة لفقد ارتكازها فوق الطرق المبللة؛ وصفات السائق وموقفه الذى أدى إلى السرعة المفرطة. أما تصريح السائق: " إنها معجزة ألا يصاب أى شخص بإصابة خطيرة. إن الحادثة كانت رسالة من الله يظهر لى أننى يجب أن أتحمل مسؤولية أفعالى." فهو إسناد للعلة الغائية.

الوجه الثالث: يمكن استخدام ثلاثة من المنطق لتعيين العلة: *الإمبريقى*، الذى يتطلب أن يخضع السؤال لدراسة تجريبية تعيد أو تضاعف أو بطريقة ما تحقق صحة الفرضية أو البيانات؛ *التقمصى*، حيث ترتبط الأحداث ارتباطًا متناسقًا وشاملاً ومفهومًا ومقنعًا؛ وحيث تفهم الصلات العلية على أنها تعتمد على الفهم الذاتى

للشخص أو المجموعة التى تعقد الصلات؛ *والإكليريكية*، حيث تستقى المعرفة العلية من مجموعة تشترك فى الإيمان بمعرفة مطلقة تسبق الوجود.

فى هذا المثال، تصبح البينة الإمبريقية فى برهنة أن الإطارات فقدت ارتكازها مع السطح المبتل بمعدل أكبر كثيرًا من الإطارت التى تتمتع بمداس سليم وخالٍ من العيوب، وفى أن تصميمات المداس تؤثر على كمية المياه التى توجد بين الإطار والطريق فى أى لحظة معطاة given.

هناك بينة إمبريقية أخرى هى نتائج التجارب التى تظهر العلاقة بين سرعة السيارة وعامل الاحتكاك وما النقطة التى يحدث فيها فقد مفاجئ لارتكاز الإطار مع سطح الطريق. أما المنطق التقمصى أو السردى فسوف يضفر معًا الحقائق التالية: أن سائق السيارة الذى تسبب فى الحادثة كان متضايقًا لأن رئيسه فى العمل أعطاه معدل أداء متدنيًا ولذلك كان يقود السيارة بسرعة طائشة تحت مطر غزير وأنه لا يقدر على شراء إطارت جديدة لأنه يعانى من الإفلاس. أما المنطق الإكليريكى فيتمثل فى الادعاء بأن الحوادث هى مشيئة الله أو طريقته فى العقاب أو فى تبليغ رسالة محددة.

جدول ٢-١ المستويات الأربعة من العلة: ثلاثة أمثلة

مستويات العلة	كارثة انفجار تشرنوبل	انهيار مركز التجارة العالمى 9/11	اضطراب تعاطى المخدرات
المهيئة	تصميم لوحة أجهزة القياس	تراخى الأمن فشل جهاز التحقيق الفيدرالى (إف. بى. أى) القومى فى متابعة	قابلية جينية تعزيز امتلاك المخدرات الفقر

.		تدريبات الاشتباه انصهار الحديد فى النار	
المحفزة	خطأ العامل	الاستيلاء على وقود الطائرات	التعرض لضغوط الحياة
البرنامجية	هندسة / تصميم عاطل	تصميم المبنى	بيولوجى جهاز الألم والمكافأة فى المخ
الغائية	الاستعلاء/ العجرفة	رمز الرأسمالية	انتقاء طبيعى (تطور خبرة ممتعة لزيادة رجحان البقاء على قيد الحياة والإنتاج)

يقدم الجدول ٢-١ التعديل الذى أجريته على النموذج الأرسطى ويعطى أمثلة متعددة لتطبيقاته[١]. ويطبق هذا الجدول -هذا المخطط النموذجى- على ثلاثة أحداث. فى حدث انفجار برجى التجارة فى ١١ سبتمبر ٢٠٠١، تشمل العلل *المهيئة* خصائص المواد المستخدمة فى بناء البرجين (حديد مصهور فى حرارة عالية)؛ وقصور المادة التى تغطى الحديد عن حمايته من حرارة النار؛ وإخفاق المخابرات فى إدراك أنه يتم التخطيط لاختطاف طائرات متعددة على الرغم من القبض على مشتبه فيه فى أغسطس ٢٠٠١ كان يتعلم الطيران لكنه لم يتعلم الهبوط بالطائرة؛ وإجراءات أمن خطوط

(١) انظر الفصل الأول جدول ١-١.

الطيران التى سمحت بأدوات قطع (لفتح الصناديق وما شابه) وأمواس خادة على متن الطائرات، واعتقاد واسع الانتشار بأن الفحص الحميمى الجسدى سوف يثبط الأفراد عن الطيران ويضعف من هالة الأمان التى تحيط صناعة خطوط الطيران. كانت العلل *المُعجّلة* لانهيار البرجين هى اختطاف الطائرتين والكمية الضخمة من وقود الطائرة بهما. ضمت العلل البرنامجية أو النظامية (المتعلقة بالنظام system) للانهيار تصميم مبنى لم يحسب حساب الحرارة الشديدة والمستمرة التى يمكن أن تولدها كمية ضخمة من الوقود المحترق؛ وحقيقة أن التصميم لم يكن ليتحمل قوة انهيار الطوابق العليا- تصميم تتركز قوة بنيته فى دعامات حديدية تقع فى مركز البناء. تم اقتراح عديد من العلل الغائية، ويعتمد مضمونها على منظور الشخص المتأمل فى المسألة. زعم مرتكبو الحادث أن السبب هو الإمبريالية الغربية تجاه الأمم العربية والإسلام والدعم الأمريكى لإسرائيل. وصرح بعض المعلقين فى وقت الحادث بأنه عقاب على تأييد الإجهاض واسع النطاق، وارتكاب خطايا أخرى منتشرة فى الولايات المتحدة. هناك آخرون زعموا أن الفقر والحالة الاقتصادية المتخلفة التى يعانى منها عديد من بلدان الشرق الأوسط دفعت المخططين ومختطفى الطائرات إلى القيام بأعمال رمزية (تفسر المبانى المستهدفة على وجه الخصوص) وتدميرية لنظام تجاهل احتياجات الفقراء واستغلهم وأساء معاملتهم على السواء.

يطبق جدول ٢-١ كذلك الوجه الثانى من التحليل على كارثة انفجار مفاعل تشرنوبل النووى، الذى وقع فى الاتحاد السوفيتى فى عام ١٩٨٦. يسرد الجدول العلل *المهيئة* مثل تصميم تسمح صماماته بدخول المياه شديدة السخونة إلى وعاء المفاعل وعداداته، مما يعنى ضرورة إزالة المياه شديدة السخونة عن وعاء ضغط المفاعل. وكانت الأسباب *المعجلة* هى القراءة الخاطئة للأدوات التى قام بها العاملون الأفراد حين دخلت المياه شديدة السخونة إلى وعاء الضغط وقرارهم بمنع المياه من الدخول إلى

المفاعل. كانت العلل البرنامجية هى عدة عيوب تصميمية ضخمت من نسبة الخطأ الإنسانى ولم تزود العاملين الأفراد بالمعلومات الضرورية التى تمكنهم من فهم ماذا يحدث. وقد صاحب هذا نقص التدقيق الدورى عن الأخطاء فى تصميم الجهاز (العناصر التى دخلت فى كل تصاميم المفاعلات النووية الأخرى) التى كان يمكن لو توفرت إما أن تعالج الأخطاء الأولية أو لا تسمح باستمرار تسلسل الأخطاء التى وقعت والتى تطورت نتيجة لذلك إلى موقف " اللاعودة" أى الموقف الذى لا يمكن الرجوع عنه ما إن يرتكب الخطأ الأولى. تشمل العلل *الغائية* المقترحة تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية فى الكوكب، بحيث تصبح مصادر الطاقة غير النووية أندر؛ وادعاء معارضى الطاقة النووية بأن الاستعلاء قاد الإنسان إلى أن يصدق بإمكانية تسخير الطاقة النووية مع مخاطرة صغيرة من النتائج المعاكسة.

إن المثال الثالث الذى يذكره الجدول ٢-١ هو تعاطى المخدرات. من بين العوامل *المهيئة* هو الاستعداد الجينى، وهو عامل مهيئ؛ لأن العديد من الأفراد الذين يحملون عاملاً جينيًا لا يعانون من اضطراب تعاطى المخدرات substance abuse disorder بسبب عدم تعرضهم لها exposure، بفضل عدم توفره؛ أو بفضل المعتقدات الدينية والخلفية الاجتماعية؛ أو خبرة سيئة مع شخص قريب يعانى من مشكلة تعاطى المخدرات. تشمل العوامل المهيئة الأخرى الثقافة التى تبجل بعفوية مزايا المخدرات وتنبذها بوصفها شرا؛ وتوفر المخدرات القانونية وغير القانونية التى تتمتع باحتمالية حث الاعتمادية وتتسم بأعراض انسحاب؛ والقضايا الاجتماعية/ الديموجرافية مثل الفقر وسوء الاستغلال الجسدى والجنسى والعنصرية ونقص المعرفة. تعتمد الخواص الفارماكولوجية التى تجعل دواء ما قابلاً للإدمان تركيبته الكيميائية ويمكن اعتبارها عللاً مهيئة ومعجلة على السواء. فعلى سبيل المثال، ربما هناك تركيبات فى الوقت الحالى تعزز وتحث بدرجة عالية أعراض

الانسحاب مع التوقف عن تناولها بعد فترة طويلة من استخدامها، لذلك ينطبق عليها تعريف الإدمان، لكنها ليست أدوية قابلة للإدمان لأنها لم " تُكتشف" بعد. إن تركيبتها الكيميائية " مهيئة" بمعنى أنها تحتوى على احتمال أن تتسبب فى الإدمان والاعتمادية؛ إن التركيبة الكيميائية سبب معجل لأنه ما إن يتم تعرض الشخص له (سبب معجل حاسم)، فإن التركيبة الكيميائية هى التى "تؤدى إلى" أو " تتسبب فى" الإدمان والتلهف على تناول المزيد، ومن ثم يحدث التعاطى. يدخل ضمن الأسباب المهيئة بنية جهاز المكافأة ووظيفته والتخلص من الألم " المبرمج hard wired" فى المخ البشرى والأنواع الأخرى من الكائنات الحية. وتقع هذه الأجهزة " أسيرة" عقاقير التعاطى وتدين السلوكيات المرتبطة بتناول المخدرات. تشمل العلل البرناجية لتعاطى المخدرات العوامل المجتمعية التى توفرها وتشجع على تعاطيها بأن تجعلها غير قانونية ومن ثم تغدو أكثر إثارة لبعض الأفراد. وتشمل العلل الغائية تحقيق الربح من زراعة المخدرات أو بيعها، وتوزيع المخدرات على يد أشخاص تعتقد أن تعاطيها سوف يدمر الثقافة التى ترفضها؛ والشر المتأصل innate evil فى الإنسان؛ والبحث عن اللذة من بعض الأشخاص على الرغم من إدراكهم لمخاطر تعاطى المخدرات.

يبرهن جدول ٢-١ كذلك على كيفية اعتماد مفهوم العلية على الأساس المعرف للأزمنة. بالنسبة لأرسطو، فإن مستوى التحليل المسمى هنا " المهيئ" يشير إلى الصفات المتأصلة. وهناك تمثال يوجد مسبقًا فى المادة والنحات أطلق سراحه (وهى الفكرة التى عبر عنها مايكل أنجلو بعد ألفى عام من أرسطو)، بينما يشمل المقترح هنا معنى الاحتمالية؛ بناء لم يوجد فى زمن أرسطو.

إن هذا النموذج معقد حقًا، لكنه قد يساعد القارئ على أن يلاحظ أن مستويات التحليل الأربعة تبدأ بالحرف P و أن الثلاثة (مستويات) من المنطق بالحرف E[1].

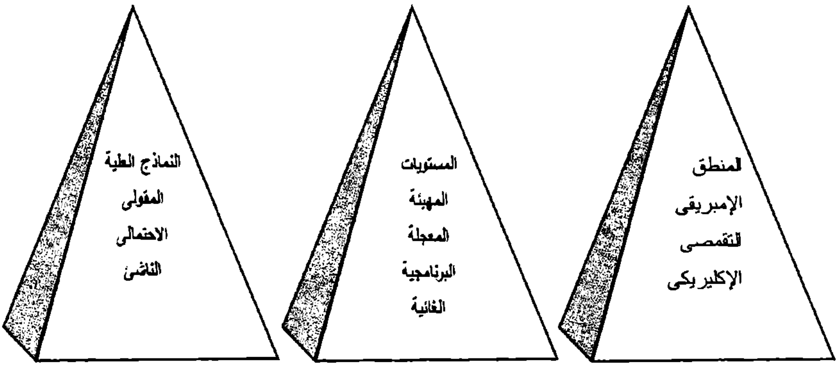
---

(١) غير جدير بالذكر أنها ملاحظة تخص اللغة الإنجليزية.

الفصل الثالث

الإجابـة إما "لا" أو "نعم"

العلية مفهوما مقوليّا



فى فترة قصيرة جدًا من الزمن، أصبحت الكمبيوترات جزءًا أساسيًا لا يستغنى عنه فى الحياة اليومية، ومع ذلك فالفكرة التى بنيت عليها بسيطة للغاية: يمكن تشفير المعرفة وتخزينها فى نمط ثنائى ***dichotomous*** بحيث تتكون كل معلومة من سؤال له إجابتان محتملتان فقط. فى التمثيل الرقمى numeric representation، يكون الاحتمالان عادة " صفرا" أو "واحدا"، بينما فى التمثيل اللسانى linguistic representation يكون الاختيار عادة " لا" أو " نعم". يمثل الكمبيوتر هاتين الحالتين فى دائرة كهربائية، حيث تنتقل من دائرة مغلقة أو مفتوحة. وحين تكون الدائرة

مغلقة ويتدفق التيار، تكون القيمة المعينة عادة واحدا أو نعم، بينما تكون القيمة صفرًا أو لا حين تكون الدائرة مفتوحة وليس هناك تيار.

إن ما أتاح التوفر واسع الانتشار للكمبيوترات هو اختراع الترانزستور والتطور اللاحق عليه الذى شهدته التقنيات لتصنيع رقائق ميكروسكوبية رخيصة التكلفة. من ناحية ثانية استخدم الإنسان لآلاف السنين المفهوم الأساسى للمنطق الثنائى binary logic. وبما أن الحالتين المحتملتين من الاقتراب الثنائى حصريتان بالتبادل (كل معلومة يمكن أن تكون واحدة من الاحتمالين فقط) ومطلقتين (يجب أن تكون إحداهما فقط)، يشار إلى هذا الاقتراب باسم *المقولى*، أو الثنائى، أو الرقمى. وسوف يستخدم الكتاب تلك الكلمات بالتبادل حين يناقش شكلاً من أشكال المنطق الذى يتبع هذا الاقتراب، على الرغم من أن هناك اختلافات دقيقة بينها.

إن المنطق المقولى جزء من اليومى، وهو النموذج المعتاد للاستدلال المستخدم فى بناء مفهوم العلاقات العلية على الأقل فى الغرب. فحين نريد أن نعرف لماذا وقعت طائرة؛ أو لماذا أطلق مراهق الرصاص على عدد من زملائه فى المدرسة؛ أو لماذا انهار الاتحاد السوفييتى فى ١٩٩١؛ أو لماذا أصبحت الكمبيوترات متوفرة ومتاحة على نطاق واسع خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين نصيغ عادة السؤال كأننا نسعى إلى إيجاد علة واحدة أو أوليّة. حين نعرف أن مسمار دفة بالٍ تسبب فى سقوط الطائرة وتحطمها، وأن البلطجة أدت إلى أن يسعى المراهق إلى الأخذ بثأره، وأن النفقات العسكرية الضخمة التى أنفقتها الولايات المتحدة تسببت فى تفكك اقتصاد الاتحاد السوفيتى لأنه عجز عن مواكبتها، أو أن تطور الكمبيوتر المضغوط الحديث الرخيص حدث بسبب اكتشاف أن من الممكن صناعة آلاف أو ملايين بل حتى مليارات الدوائر الكهربائية على رقائق السيلكون الرفيعة – نحن بهذا نستخدم المنطق المقولى. كل إجابة من هذه الإجابات واضحة، ومفهومة بسهولة، ومقنعة. إن تلك الملامح

العامة التى تميز النموذج الزوجى الثنائى خاصية من خواص قوته، وتجعل هذا الاقتراب نحو المنطق العلى مستحسنًا وواسع الاستخدام.

من ناحية ثانية، تعرض تلك الأمثلة الحدود القصوى التى تسم هذا الاقتراب. لعل كل حدث من تلك الأحداث وراءه عدد أو عديد من العلل والآثار، وتتميز العلاقات على الأرجح بينها بالتعقيد، وقد يكون من الصعب فى بعض الأحيان عدّها أو حصرها. وحتى فى حالة ذكر أحداث أقل تعقيدًا، مثل ربط لوحين بعد دق مسمار فيهما بمطرقة، أو تحسن الدرجات الدراسية بعد المذاكرة بكد، أو صدام سيارتين عند تقاطع ما إثر عدم توقف إحداهما مع إشارة المرور الحمراء، لابد أن نختار المستوى الذى نود أن نحلل عنده الحدث- قوى الجزئيات المتفاعلة، الأجسام المتفاعلة (المسمار والخشب، والسيارتان)، أو غاية الشخص الذى بدأ الحدث (بناء رف، لا يريد أن يتأخر عن اجتماع مهم)- قبل التوصل إلى استنتاج نهائى.

فى الحقيقة، ولأن هذا السؤال حول المستوى المستخدم فى التحليل، يمكن أن يثار بشأن أى حدث يتم فحص العلية فيه، يُنبذ فى بعض الأحيان الاقتراب المقولى للعلية لأنه تبسيطى وفى غير محله. ومع ذلك من الصعب التخلص من المنطق المقولى. فنحن لا نستخدمه لمناقشة العلية فقط فى حيواتنا اليومية، بل نعتمد عليه فى صنع القرار والتخطيط للأمور البسيطة والرائعة، والتصرف فى حالات الطوارئ، ووضع خطط المستقبل. تؤكد تلك النجاحات على فائدة هذا الاقتراب وأهميته وتجعله نقطة انطلاق طبيعية لتحليل مفهوم العلة. ولعل الاستخدام واسع النطاق للمنطق الثنائى ينبع كما يطرح كانط، من حقيقة أن أدمغتنا منظمة لترى الأشياء مصنفة، لكن أيضًا لعل سلوكنا يعكس الطريقة الأصيلة التى تعمل بها الطبيعة. فى هذا الفصل، سوف أُنحى جانبًا السؤال العلى عن لماذا يستخدم على نطاق واسع وأركز على قوى هذا الاقتراب وحدوده القصوى. وهذا سوف يوضح متى يصلح الاقتراب المقولى الثنائى

للتطبيق ومتى يفضل استخدام اقترابات أخرى. إن الفصول التالية تتمتع بالهدف نفسه فى علاقتها بالاقترابات الأخرى للعلية.

إن أحد الأسباب وراء البدء بالاقتراب المقولى هو بساطته التى تساعد فى حصر الخواص المطلوبة للبرهنة على العلاقة العلية. وأكثر الأمثلة المباشرة عن العلاقة العلية المقولى هو حين يقع حدث "ب" فقط بعد أن يقع حدث آخر "أ". هذا مثال عن *ضرورة* "أ" لوقوع "ب". إذا وقع "ب" كل مرة يقع فيها "أ"، يشار إلى العلاقة بأن "أ"*كافٍ* لوقوع "ب". كان جاليليو أول من استخدم هذا الاقتراب نحو العلية، بمعنى حصر علتى الضرورة والكفاية، وهو جوهر مسلمات كوخ وفهمنا للظاهرة الفيزيائية مثل الجاذبية. يحدث "ب" فقط لو حدث "أ" أولا. يظهر مرض هنتنجتون فقط حين يوجد شذوذ جينى معين، و"تسقط" الأجسام لأن هناك تبادلا للجسيمات بينها حين تتموضع فى علاقة مكانية معينة. وتلخيصا، إن إحدى خصائص العلاقات العلية هى أن الأحداث تقع فى *تلاحق سببى*؛ بمعنى، يتبع المعلول "ب" الافتراضى *بعد* العلة "أ" الافتراضية.

إن ثانى خصائص العلاقات العلية هى أن "أ" و "ب" يجب أن يكونا على صلة *زمنيا*؛ بمعنى، يتمتعان بقرب ما (محاذاة، تجاور) فى الزمن. وقد يتراوح هذا القُرب من نانوثانية إلى آلاف السنوات، طبقًا لطبيعة الحدث محل البحث، لكن يجب أن يكون متوافقًا مع سياق الحدث محل التفسير.

ثالث هذه الخصائص هى لو أن الحدث محل التفسير وقع أكثر من مرة، فلابد أن تظهر العلاقة الزمنية نظامية؛ بمعنى يجب أن يقع "ب" بعد "أ" غالبًا. لو حصرنا أنفسنا بالعلاقة الضرورية والكفاية، فلن يقع "ب" إذن دون "أ" أبدا، لكن لو أن "أ" مجرد كاف لوقوع "ب"، فمن ثم يزيد رجحان العلاقة العلية لو تم ملاحظة التلاحق السببى عدة مرات مما يؤدى إلى نظامية. ونتيجة عامة، يصبح برهان العلاقة العلية أكثر صعوبة لو وقع الحدث مرة واحدة فقط.

تطبق معايير التلاحق السببى والعلاقة الزمنية والنظامية حتى حين لا تتصف العلاقة بين العلة والمعلول بالضرورة والكفاية، لكن تبرهن تلك المعايير ومن ثم العلاقة العلية بيسر أكبر حين يتم التعامل مع الموقف تجريبيًا أو حين يتكرر وقوع الحدث. فعلى سبيل المثال، كان يحاول كوخ أن يعين ما إذا هناك عامل/ فاعل agent معد معين يُسبب مرضًا معينًا. طور مع آخرين مناهج يمكن من خلالها برهنة العلاقة النظامية فى موقف تجريبى (صناعى) بحيث يمكن أن يتكرر وقوعه فى نمط من شأنه أن يبرهن العلاقة القابلة للتضاعف والفريدة أو الوحيدة بين متعضية معينة ومرض معين. من ناحية ثانية، وبما أن عديدًا من المواقف التى نهتم بدراستها قد وقعت فعليا، وغير قابلة لإعادة خلقها فى المعمل، أولم تقع إلا مرة واحدة، أو تتكرر فى ظروف مختلفة تمامًا، فلايمكن استيفاء تلك المعايير فى عديد من المواقف.

إن الحدود القصوى الرئيسية لمتطلب " الضرورة والكفاية" هو، مع ذلك، متطلب الحصرية أو الخصوصية؛ بمعنى، يحدث "ب" حين يوجد "أ" *فقط*. فعليا، هذا من المستحيل التدليل عليه بما أن الشخص لن يستطيع أن يوفر الدليل أبدًا على أن كل أمثلة "ب" تم فحصها. وعليه، قد يكون مفهوم " الضرورة والكفاية" مفيدًا فى المجرد abstract، لكن لا يمكن التدليل على هذه العلاقة بيقين تام.

إن هذا الحد يرجعنا إلى الشاغل الذى أثاره هيوم منذ أكثر من ٢٥٠ عامًا: حتى حين تكون العلاقة بين أ و ب "واضحة"، يُستخدم المنطق الاستقرائى. لا نستطيع أن نضمن أن كل وقوع لـ "ب" يسبقه وقوع لـ "أ"، ولا أن "ب" تتبع حتميا "أ"، لأننا لا نستطيع أن نتأكد أبدا من أننا عرّفنا كل لحظة من "أ" أو "ب". وعليه، وكما ذكر هيوم، يمكن أن نستنبط inferr علاقة علية لكن لا يمكن التدليل عليها حسميًا. قد تكون نسبة رجحان العلاقة العلية مرتفعة بحيث نستطيع أن نثق من وجود علاقة علية، لكن لابد أن نقبل استنتاج هيوم بأن " من المرجح بشدة" لا يعادل " دليل مطلق".

إن من طرح *الصحة الظاهرية* plausibility ملمحًا من ملامح العلة هو أختصاصي علم الوبائيات البريطاني أوستن برادفورد- هيل Austin Bradford-Hill، الذي سوف يناقش الفصل الثامن إسهاماته بعمق أكبر. تعني الصحة الظاهرية ضمنًا توفر بيّنة أخرى لدعم العلاقة العلية المباشرة. من ناحية ثانية، تبدو أكثر ذاتية من المعايير الأخرى لأنها تتسم بإجرائية أقل. تتشارك الصحة الظاهرية مع معايير التلاحق السببي والعلاقة الزمنية والنظامية في متطلب أن يوافق الناس (الخبراء غالبًا) على وجودها. إن هذا يثير سؤالاً عريضًا سوف يبرز في عدة نقاط في هذا الكتاب: هل السببية بناء اجتماعي، أم تتمتع بجوهر يوجد خارج العقل الإنساني؟ طرح فيلسوف العلم توماس كوهن Thomas Kuhun(١٩٢٢- ١٩٩٦)، على سبيل المثال، أن الإجماع في العلم يتحقق غالبًا فقط بعد أن يحل محل هؤلاء الذين يمتلكون السلطة أفراد أصغر/ الشباب. إن هذا يلمح إلى أن هناك " حقيقة" علمية، لكن المقبول في أي لحظة زمنية ما على أنه حقيقة علمية يتأثر جزئيًا بالقوى الاجتماعية. تدعي نظرية ما بعد الحداثة، وهي تمثيل أكثر جذرية لهذا الطرح- تدعي أن مفاهيم مثل " الحقيقة" و"السبب" يجب نبذها لأنها محض بنى اجتماعية. إن هذا في النهاية مسألة اعتقاد، وليس دليلاً، وعليه، ترتكن *فرضية* وجود العلية التي ترد في المقدمة- ترتكن إلى اعتقاد هو وجه حقيقي من العالم الطبيعي، كما ترتكن إلى فائدتها بوصفها مفهوما. يبين معيار الصحة الظاهرية أن تعيين العلية يتمتع بعنصر ذاتي، وأن بعض المعايير أكثر إجرائية، مما يقل احتمال أن تثير الخلاف مقارنة بالمعايير الأخرى. كانت الصحة الظاهرية على الأرجح أحد الأسباب في القبول السريع الذي أبداه عديد من العلماء لنظرية داروين ووالاس Darwin and Wallace عن التطور. من ناحية ثانية، نبذ العلماء نظريتين علميتين أخريين سوف نفحصهما فيما بعد، وهما نظرية الصفائح التكتونية الجيولوجية ونظرية مندل في الوراثة- تم نبذهما لسنوات عديدة لأن صحتهما الظاهرية لم تكن واضحة بالنسبة لعديد من العلماء، الأمر الذي يطرح أن غياب إدراك الصحة

الظاهرية يمكن أن يؤخر القبول. وهذا بدوره يطرح أن الصحة الظاهرية يمكن أن تلعب دورًا حاسمًا في ترسيخ وجود العلاقة العلية، لكن يجب أن يقل ثقلها بوصفها معيار أوليا. علاوة على ما سبق، تلعب الصحة الظاهرية دورًا في تعريف العلاقات العلية الممكنة، وفي طرح فرضيات قابلة للاختبار. ولعل دورها الأهم هو تحفيز البحث عن بيانات أو تجارب أخرى تزيد الصحة الظاهرية مما يؤدي إلى تطوير بينة إضافية تدعم العلاقة العلية المفترضة.

البساطة simplicity هي معيار آخر يستخدم أحيانًا في دعم صحة تطبيق النظرية. ويشار إلى هذا المفهوم في أحيان أخرى بـ " موسى أوكام Occam's Razor" عوضا عن البساطة، إشارة إلى الراهب الإنجليزي الذي نص على أن الشخص لا يحتاج إلى التفكير في عدة أشياء حين يكفي شيء واحد. وتذكر غالبًا في سياق تفضيل الاختيار الأبسط والمباشر حين يوجد أكثر من تفسير واحد صحيح ظاهريًا. وتستخدم غالبًا نعوت مثل " أنيق" و" اقتصادي[1]" لوصف النتائج أو النظريات التي تفي بهذا المعيار. وفي الوقت الذي تبدو فيه ذاتية[2] subjectivity واضحة، يعتمد استخدامها معيارًا على الاعتقاد أو الملاحظة بأن " الطبيعة" تحقق أهدافها غالبًا من خلال وسائل فعالة جدًا. قد يبدو هذا مفتقرًا إلى الدعم القوي الذي يميز خصائص العلاقات العلية، لكنه يقدم فكرة مفيدة وهي أن يتم الأخذ في الاعتبار التفسيرات الأبسط قبل الأعقد.

يتمتع الاقتراب المقولي بقوى رئيسية عدة. أولاً، يتمتع بصحة تطبيق " الظاهر face"؛ بمعنى، يبدو أنه يؤكد الخبرة اليومية. فحين ندق مسمارًا بمطرقة، يبدو أن

(١) اقتصادي : أن معيار صدق المعرفة إنما يقوم في تحقيق أقصى حد للمعرفة استنادًا إلى أقل قدر من وسائل المعرفة. مراد وهبة ص ٧٩.

(٢) انظر المصدر السابق ص ٣٢١.

المسمار يدخل فى قطعة الخشب. إن استنتاج أن دق مسمار بمطرقة يتسبب فى دخول المسمار فى اللوح يبدو عاديا. ثانيا، تساعد الإجابة نعم / لا فى معالجات يمكن أن تؤدى إلى نتائج مرئية؛ لو صدقنا أن "أ" تتسبب فى "ب" ورغبنا فى دراسة هذه الفرضية، يمكن أن نخلق "أ" ونلاحظ إذا كان "ب" يحدث. من ناحية ثانية، لو رغبنا أن نقلل من ب أو نوقفه، يمكن أن نعين إذا تغيير"أ" سوف ينجم عنه غالبًا النتيجة المرغوبة أم لا. ثالثًا، تطرح بيانات التجارب أن مفهوم العلية فطرى وأن الإجابة بنعم/ لا، تتمتع بمصاحب عصبى فى المخ. هذا يمكن تحديده على أنه بينة على صحة التطبيق الخارجية لبناء العلية الثنائية، على الرغم من أنه يؤكد فكرة كانط بأننا مكونون لنرى العالم بهذه الطريقة. رابعا، إن الاقتراب المقولى مباشر وقابل للفهم بسهولة. لعل موسى أوكام يفضل قبوله.

هل النموذج الثنائى بسيط جدا؟

ماذا عن الاعتراض بأن الحياة ليست بسيطة بقدر ما يتضمن النموذج الثنائى؟ بالتأكيد هناك أحداث وراءها العديد من العلل أو تتطلب أن توجد عوامل مسبقة عدة قبل أن تقع. وفى حين أن هذا يبدو واضحًا، فإن تعقيد ترسيخ علاقات علية بين حدثين صعب بما يكفى؛ إن تعيين شبكة معقدة من العلل والمعلولات يتطلب دائمًا تقريبًا جهدًا منسقًا عبر فترة زمنية ممتدة. لذلك، ليس من المدهش أن عديدًا من التقدم الذى شهده العلم نجم عن اختبار فكرة واحدة على حدة. وقد كان مؤخرًا فقط أن تم تجميع نتائج تجارب وفرضيات متعددة معًا لترسيخ ضرورة أن تتوفر عدة أو عديد من العوامل العلية المساهمة. فى الحقيقة، هناك العديد من التجارب ذات التصميم الجيد

"المتحكمة[1]" فى كل العوامل التى لا يرغب الباحث فى فحصها فى تلك اللحظة أو غير مهتم بها. هذا ما أمل فيه جاليليو منذ أربعة قرون حين رفض مخطط أرسطو المعقد مقابل نموذج سببى بسيط يركز على السبب التقريبى.

فى المثال الأبسط على هذا، يتطلب التلاحق السببى الصلة بين عدد من الأحداث الثنائية. لو ظهر أن الحدث "أ" علة الحدث "هـ"، فقد يعتمد هذا على أن "أ" علة "ب"، و"ب" علة "ج"، و"ج" علة "د"، و"د" علة "هـ". يمكن تحليل كل علاقة على أنها حدث ثنائى. فى هذه الحالة، تصبح بساطة الاقتراب الثنائى قوة. فهو يبسط الموقف المعقد ويؤدى إلى تعيين أن النماذج البسيطة يمكن أن تندمج عبر الزمن فى نماذج أكثر تعقيدًا، ويسمح فى الوقت نفسه باختبارها عن طريق تطبيق المنهج المقولى.

من ناحية ثانية، تقع العديد من الأحداث *فقط* لو وقع مسبقا حدثان أو أكثر، أو لو وقع بالتزامن حدثان أو أكثر، أو لأن وقوع حدث واحد يزيد من رجحان وقوع الحدث الآخر. هناك سيناريوهات أخرى ممكنة. على سبيل المثال، تزامن وقوع ثلاثة أحداث يمكن أن يكون ضروريا. يقدم جوديا بيرل Judea Pearl فى كتابه العلية casuality، منهجا ترميزيا/ تشكيليا لتعريف العديد من الاحتمالات وفك تعقيدات العلاقات العلية.

إن الاقتراب المقولى مقصور فى عدة نواحى. فكما رأينا، يبدو أن هناك أكثر من علة وراء عديد من الأحداث، ومن ثم فإن الإجابة بنعم/ لا غير صحيحة. علاوة على ذلك، بما أنه لا يمكن البرهنة على متطلب " الضرورة والكفاية" حقًا، فليس من الممكن ادعاء حصرية أو خصوصية علاقة ما كما تتضمن العلية الثنائية. ثالثا، لو أنه يمكن ويجب فى بعض الأحيان تحليل العلة على عدة مستويات، كما طرح أرسطو.

---

(١) Scientific control/contol experiment: وهى تجربة أو ملاحظة تصمم بحيث تقلل أثار المتغيرات ما عدا متغير واحد مستقل. تترجم أحيانًا التجربة الشاهدة.

يمكن أن يسأل الشخص عن حق لو أن كل مستوى تحليلى يتطلب تحليلاً مقوليًا. فإذا كانت الإجابة نعم حتى (سوف أطرح للنقاش فيما بعد أن الإجابة هى " أحيانا"، بما أن التحليلات عند مستويات متعددة تثير غالبًا منطقًا وتقنيات وبيانات غير مقولية)، فسوف يتطلب التحليل أكثر من الإجابة نعم/ لا الوحيدة التى يتطلبها الاقتراب الثنائى القياسى. رابعًا، لا يناسب تحليل الاقتراب الثنائى كل موقف. تعتمد عديد من العلاقات العلية على كمية أو درجة أو توقيت مكون أو عدة مكونات أو على الوقوع المصاحب لأحداث عدة. إن هذه الحدود القصوى تطرح أنه لا يمكن أن يكون الاقتراب المقولى هو النموذج الوحيد. لذلك، لا يصبح السؤال هنا *ما إذا* كان النموذج المقولى دقيقًا دائمًا أو فى أى وقت أو مفيدًا *أم لا*، بل إن السؤال بالأحرى هو *ما* الحدث محل الاهتمام الذى يمكن فهمه فهمًا نافعًا وبدقة قصوى باستخدام هذا النموذج. ما البدائل؟ إن الفصلين التاليين يناقشان النموذجين البديلين: الاحتمالى واللاخطى.

الفصل الرابع

الاحتمالات، والغرائب، والمخاطر

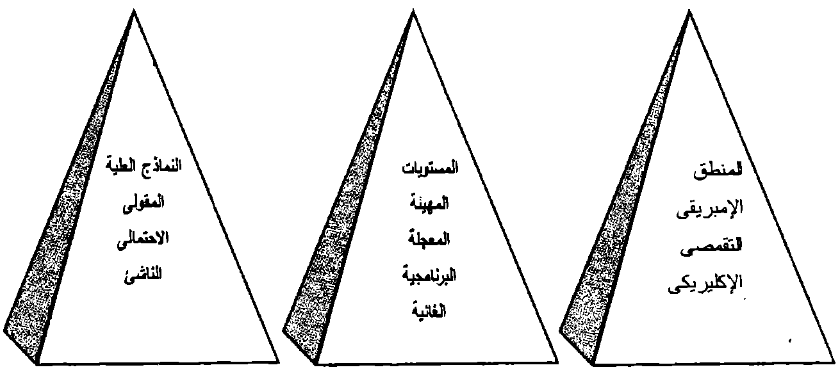
العلل المهيئة والمحفزة

من الأفضل أن تحصل على إجابة تقريبية عن السؤال الصحيح على أن تحصل على إجابة مطلقة عن السؤال الخاطئ.

جون توكي[1]

قد تقع الأحداث صدفة وقوعًا قاطعًا ومع ذلك تظل إلزامية.

كريستيان دو دوف[2]



---

(١) John Tukey (١٩١٥ - ٢٠٠٠) عالم رياضيات أمريكى.

(٢) Christian de Duve (١٩١٧ - ٢٠١٣) عالم فى علم الأحياء الخلوى والكيمياء الحيوية وفاز بجائزة نوبل فى الطب فى عام ١٩٧٤.

قدم الفصل الثالث مفهوم العلة فى النموذج المقولى. فى ذلك النموذج الزوجى أو الرقمى، شيء ما إما هو *العلة* أو *لا*، فإذا كانت الإجابة نعم، يسلك act سلوكًا مباشرًا ينجم عنه الحدث. يقدم الفصل الحالى نموذجًا بديلاً، الاقتراب الاحتمالى probabilistic approach، حيث يبنى مفهوم العلة على أنه *أحداث تؤثر على رجحان أن يقع حدث آخر*. فى هذا النموذج تسلك العلل سلوك المؤثرات وعوامل المخاطرة والمهيئات والمعدلات والعازلات.

يبدأ تعقيد مفهوم العلة الاحتمالى مع تعريف كلمة " احتمالية probability"، إذ يتعلق معناها الأولى بإمكانية التنبؤ أو التكهن؛ بمعنى *رجحان* نتائج مستقبلية أو آثار مستقبلية. من ناحية ثانية، يتضمن هذا التعريف، والبعض قد يدعى أنه معنى ثانٍ، أن النتيجة تتسم *باللايقين* uncertainty. يقر هذا التضمين أو المعنى الثانى منذ البداية بأن هناك حدًا أقصى متأصلاً للقدرة على تنبؤ الرجحان، من ثم حدًا أقصى لليقين الذى يمكن به تعريف علاقة علية. إن ورنر هايزنبرج، الفيزيائى الذى يعد أول من وصف مبدأ اللايقين، قبض على هذين العنصرين باختصار حين ذكر:" تشمل وظيفة الاحتمالية العنصر الموضوعى الذى يتمتع به الميل[1] tendency، والعنصر الذاتى الذى يسم المعرفة الناقصة".

ما خصائص الاستدلال الاحتمالى التى تتصل بالعلية؟ أولا، إن المنطق الاحتمالى *بعدى* dimensional؛ وهذا يعنى أن الاحتمالات العلية يمكن أن تتمتع بأى قيمة من صفر إلى واحد؛ أى، بين صفر بالمائة إلى مائة بالمائة. من ناحية ثانية، لا يمكن أن تكون إما صفرًا أو واحدًا أبدا لأن هذا يعنى علة مقولية، وهذا يثير تحديًا تفسيريًا لمعنى قيمة ما محددة. فعلى سبيل المثال، ماذا يعنى فعليا احتمالية ٠.٢ أو فرصة ٢٠ بالمائة؟

---

(١) انظر مراد وهبة ص ٦٣٨.

إن الملمح الثانى الذى ينجم عن الطبيعة البعدية لنموذج العلية هو أن رجحان العلاقة العلية يتغير تغيرًا منتظمًا ومتدرجًا regular and graded، وهذا يعنى أن ١٠ بالمائة تساوى على الأرجح ضعف على ٥ بالمائة، ويعد هذا مهما لأنه يسمح للشخص بأن يميز بين الاختلافات الصغيرة أو الضئيلة فى الرجحان (مثلاً بين ٢٣ بالمائة و٢٦ بالمائة) والاختلافات الكبيرة (مثلاً بين ٢٥ بالمائة و٧٥ بالمائة)، وهذه النظامية هى ملمح حاسم فى الاقتراب الاحتمالى لأنه يسمح بالمعالجة الرياضية، وبتصنيف احتمالات الأحداث المختلفة، وبالتقدير الحدسى للاختلافات (" على الأرجح ضعف كذا" أو " على الأرجح عشر مرات كذا").

من ناحية ثانية، إن ما يبدو اختلافًا صغيرًا يمكن أن يتمتع بأثر كبير لو أن عدد الأحداث أو المتعضيات المنخرطة كبير أو أن مقياس الزمن طويل. فعلى سبيل المثال، لو أمكن خفض ضغط الدم للسكان كلهم أربع درجات فقط فى المتوسط، فإن عدد السكتات التى يمكن اتقاؤها منها أكبر من العدد الذى يمكن تحقيقه بعلاج كل شخص يعانى من ضغط دم " مرتفع"؛ أو مع الفائدة المركبة ١٠ دولارات تصبح ١٠٠.٦٣ دولار فى ٣٠ سنة بفائدة ٨ بالمائة، لكن بقيمة ٧٦.١٢ دولار بفائدة ٧ بالمائة.

لا تتمتع كل النماذج العلية التى تصف العلاقات بين الأحداث مثل الرجحان الرياضى بالخطية أو النظامية مع ذلك. سوف يناقش الفصل الخامس النموذج اللاخطى للعلية، حيث لا تتغير الاحتمالات فى هذا النمط المنتظم المتدرج.

إن الخاصية الثالثة التى تسم العلية الاحتمالية هو *اللايقين* الذى تم ذكره، المتأصل فى كل العبارات الاحتمالية. وبقول آخر، تتمتع الاحتمالات بقيم متراوحة أكثر من قيم مطلقة ثابتة. إن مدى اللايقين يمكن تضييقه بجمع المعلومات، لكن لن تكون القيمة صفرًا (لا لايقين) أبدا.

هكذا، يقدم النموذج الاحتمالى وصفًا لرجحان ارتباط حادثين ما، وليس عبارة مطلقة بأن هناك أو ليس هناك علاقة علية. إن النموذج الأحتمالى يدل على إمكانية أو احتمالية، نقيضًا لليقين الذى يمثله النموذج المقولى.

وبالنسبة إلى العديد من الناس، تعنى ضمنًا الاختلافات بين اقتراب " نعم/ لا" نحو النموذج الثنائى، و" ربما" فى النموذج الاحتمالى أن العلية الاحتمالية تتسم بمعلومات أقل وأكثر عن النموذج المقولى على السواء. وبالنسبة إلى بعض الناس، تعكس عبارات مثل " قد يكون متصلاً اتصالاً عليّا" عدم حسم ونقص فى الدقة. وللمفارقة الساخرة، فإن العكس هو الصحيح: ترفع إلى الحد الأقصى التوصيفات الاحتمالية من كمية المعلومات التى يمكن نقلها عن علاقة احتمالية بين حدثين، على الرغم من أنها تقر باللايقينية المتأصلة. لعل هذا التعارض بين كمية المعلومات وخصوصيتها الذى تقدمه المناهج الاحتمالية هو السبب فى أن الناس لا يفكرون حتى اليوم فى العلة بتطبيق الاحتمالات، أو حين يفعلون هذا يفكرون فيه بطرق غير واقعية.

أيًا كان السبب، فإن الاستدلال الاحتمالى وتطبيقه على العلية صعب على عديد من الناس أن يتمكن منه ويطبقه. إن انحرافًا موجزًا نحو التطور التاريخى للمفهوم يمكن أن يساعد على شرح السبب.

يبدو أن الفكرة الأساسية التى تبطن التفكير الاحتمالى ظهرت قبل ١٨٠٠ أو ٢٠٠٠ عام من الآن. يعرف جيمس فرانكلين James Franklin فى كتابه علم التخمين The science of Conjecture النقاشات التى دارت فى القوانين السنسكريتية لمانو والقانون الرومانى والتلمود اليهودى، التى تعود كلها إلى تلك الفترة الزمنية- يعرفها على أنها التعبيرات الأولى عن الاستدلال الاحتمالى. ويناقش كل منها كيفية توزيع المسؤولية فى تلك الحالات القانونية، حيث البيّنة على الفعل الخاطئ ليست بيّنة مطلقة. يطرح فرانكلين أن عدم ورود أى إشارة للاستدلال الاحتمالى فى

الكتابات قبل هذا يدل على أن اليونانيين القدماء لم يدركوا مفهوم الاحتمالية، ويضيف أن غياب مفهوم البيّنة القانونية الناقص فى عديد من الثقافات وعدم وجود كلمة تحمل معنى الاحتمالية فى الإنجليزية الوسطى[1] يطرح أن الاستدلال الاحتمالى كان غائبًا عن بعض الثقافات وعليه فهو ليس شكلاً كليًا للاستدلال الإنسانى.

يطعن فى صحة هذا الاستنتاج طعنا غير مباشر بحث حديث وجد أن أنواع الحيوانات غير الرئيسيات يمكن أن تجرى الاستدلال العلى الاحتمالى. فعلى سبيل المثال، أجرى آرون بلاسديل Aaron Blaisdell وزملاؤه سلسلة من التجارب على الفئران تظهر أن الحيوانات التى لم تقم بمهمة قط يمكن أن تتنبأ برجحان النتيجة بعد أن تلاحظ الفئران الأخرى وهى تؤدى المهمة. صمم بلاسديل التجربة بحيث تستبعد المحاكاة أو التعلم مثل التفسيرات؛ وبرهن على أن الاستدلال كان احتماليـًا فى الطبيعة؛ بمعنى، حين يقومون بزيادة رجحان النتيجة تجريبيًا، فهم يزيدون رجحان أن تسلك الفئران سلوكًا معينًا. تبرهن تلك التجارب على أن الاستدلال الاحتمالى متأصل فى الفئران؛ وتطرح أن مخ الفأر مجهز عصبيًا لإجراء الحسابات الاحتمالية. ويستنتج الباحثون بناء عليه أن الاستدلال الاحتمالى لابد أنه متأصل فى الإنسان.

لو أن المخ البشرى " مبنىّ" لإجراء أو القيام بالاستدلال الاحتمالى، فهو أمر محير إذن نقص التمثيل المفاهيمى أو اللسانى للمفهوم فى بعض الثقافات والعصور. فعليًا، يتفق العلماء على أن أول نقاش صريح عن المنطق الاحتمالى وتطبيقه على المشكلات اليومية لم يحدث حتى عام ١٦٥٢ فى كتاب ***منطق بورت رويال*** Port_Royal Logics، الذى نشره رهبان دير باريسى (المتأثرين تأثرًا كبيرًا على الأرجح ببسكالBlaise Pascal). يقدم الكتاب فكرتين أساسيتين فى الاستدلال

(١) Middle English: يشير إلى اللهجات فى اللغة الإنجليزية التى كانت سائدة فى أجزاء من الجزر البريطانية بعد الغزو النورماندى حتى أواخر القرن الخامس عشر.

الاحتمالى: مفهوم النسبة ratio وسيلة للتعبير عن رجحان نتائج معينة فى ألعاب الصدفة؛ وفكرة أن معرفة رجحان نتائج حدث معين يزيد القدرة على التنبؤ بالإجابة الصحيحة مقارنة بالتخمين، وإن كان دون يقين تام أو دقة تامة.

سريعًا ما تبع كتاب منطق بروت رويال كتاب دراسى للموسوعى الهولندى كريستيان هوجنز Christian Huygen عن الاحتمالية؛ والرياضى البريطانى جون جرونت John Graunt الذى قام بتطوير مناهج حساب الرجحان فى معدل الوفيات باستخدام عينات من البيانات المجمعة من الكنيسة وسجلات البلدة. وهكذا وسع كل منهما نطاق تطبيق المنطق الاحتمالى وأوضح الاختلافات الشاسعة بين الاستدلال المقولى والاحتمالى.

يعرض هذا الموجز التاريخى لغزًا. لو أن مفهوم العلة الاحتمالية متأصل، كما طرحت تجارب بلاسديل، كيف تكون هذه الأفكار غريبة بالنسبة إلى الكثيرين؟ كيف لم تذكر العلة الاحتمالية قبل الأعوام من ١ إلى ٢٠٠ ق. م.، ولم تتم مناقشتها علانية وصراحة على أنها بيّنة قبل كتاب منطق بورت رويال؟ إن أحد التفسيرات المعقولة هى كان يجب أن يتطور كل من الأدوات الرياضية المطلوبة للتعبير عن المنطق الاحتمالى وقياسه، ومفهوم اللايقين قبل أن يتضح بناء التفكير الاحتمالى. من بين الأفكار الرياضية الضرورية المطلوبة لتحديد الرجحان مفهومى الصفر واللانهائى. لم يذكر الصفر بوصفه عنصرا نائبا بالمعنى الرياضى حتى القرن الثالث ق. م فى الهند، مع أن البابليين والفيلسوف اليونانى ديموقريطس كتبا عن كم اللاشيء واللانهائى. هناك تقدم آخر كان مطلوبًا تحقيقه وهو النظام العددى المتواصل والمتدرج تدريجًا لانهائيًا. يستطيع النظام العددى الرومانى التعبير عن أرقام صغيرة أو كبيرة لكن لا يستطيع أن يوفر تمثيلاً ضخمـًا لا متناهيًا أو صغيرًا لا متناهيًا لأن هناك عددًا أقصى (م = ١٠٠٠، وعديد منها ليس لانهائيًا كذلك) وعدد أدنى (ل = ١)[١].

---

(١) M.I رموز فى النظام الرقمى الرومانى حيث الأول يساوى ١ والثانى يساوى ١٠٠٠.

واستمر الحال حتى القرنين العاشر والحادى عشر حين استخدم العلماء الفلاسفة الفارسيون الذين يتحدثون العربية صفرًا فى حساباتهم وطبقوا نهائيًا نظام الترقيم المتواصل المستخدم حاليًا. سمح هذا النظام العددى بالحساب المباشر الذى يتجاوز الجمع والطرح بأن قدم رموزا تتبع نمطًا نظاميًا قادرًا على التنبؤ، على سبيل المثال: ١، ١٠، ١٠٠، ١٠٠٠، وهو التقدم الواضح الذى يتجاوز النظم التمثيلية مثل الرومانية (I,V,X ... إلخ). علاوة على هذا، إن تأسيس نظام عددى *متواصل* من صفر إلى اللانهائى (والذى اتسع لاحقا ليتراوح من اللانهائى السالب إلى اللانهائى الموجب) *ومدرج تدريجًا لا نهائيًا* (١، ١.١، ١.١١، ١.١١١ ....)- هذا النظام برهن على فائدة وتطبيق الأعداد التى لا تعبر عن كميات مضبوطة. إن هذا نقل الرياضيات إلى ما بعد مفهوم الدقة التامة التى هى أساس العلية المقولية؛ وسمح بتطوير المناهج والأدوات للتعبير، بأسلوب عملى، عن اللايقين المتأصل فى النموذج الاحتمالى.

يقدم إذن هذا النظام التمثيلى الرياضى، دعمًا لكل من المفهوم التجريدى للاحتمالية والعلية الاحتمالية، والوسائل التى من خلالها يمكن أن يتمثل فى شكل رياضى محدد ومعين ودقيق. وسوف أطرح فيما بعد للنقاش أن تطور أكثر من اقتراب رياضى معقد مثل التفاضل والتكامل ومفهوم التوزيع الطبيعى قدم بنية مفاهيمية وعملية إضافية لفكرة أن اللايقين ليس قابلا للقياس فقط بل يمكن معالجته رياضيا بطرق تسمح بوصف قوة أو رجحان الروابط العلية.

ومع ذلك، يجد عديد من الناس صعوبة فى التمكن من الاستدلال الاحتمالى وتطبيقه على العلية حتى يومنا هذا، وهى الصعوبة التى كانت ظاهرة لمؤلفى كتاب منطق بورت رويال: " لابد أن يتناسب الخوف من الأذى ليس فقط تناسبًا طرديًا مع فداحة الأذى، بل مع احتمالية الحدث، وبما أنه ليس هناك أى نوع من الموت أكثر ندرة من الموت بسبب عاصفة رعدية، فليس هناك أى نوع يستوجب خوفًا أقل." ومع

ذلك فإن هذا الخوف عام وأحيانا معطل. لهذا، عرف هؤلاء المؤلفون أن الخوف من صعق برقى واسع الانتشار بكثير مما قد يتوقع الشخص بناء على احتمالية الموت بصعق برقى، وهى الحقيقة التى تبدو حقيقية تماما اليوم، على الرغم من أننا نعرف أن هناك خطوات متساوية يمكن أن يتخذها الشخص، مثل عدم الوقوف تحت الأشجار أو الاستلقاء إذا وجد نفسه محاصرًا فى حقل مفتوح خلال عاصفة رعدية. هذا يعنى أن هناك عوامل أخرى غير الرجحان الإحصائى يتوسط عليها هذا الخوف، لأنه حتى المعرفة بأن هناك أفعالاً ملطفة لم تخفف القلق.

هناك تقدم آخر تحقق فى منتصف القرن السابع عشر أثر على تطور العلية الاحتمالية وهو اختراع التفاضل والتكامل بالتزامن على يدى نيوتن وليبنتز. يستفيد التفاضل والتكامل من مفهوم التقريب المتتالى successive approximations لوصف الأشكال والمنحنيات مثل الأقواس وأشكال القطع المكافئ ولحساب المسافات المتعرجة مثل طيران قذيفة المدفع. يسمى منهج الحساب باستخدام التقريب المتتالى مبرهنة النهاية Limit Theorm التى تظهر أن القطع المكافئ يقترب ولكن لا يمس أبدا النهاية/ الحد. ومن خلال جمع مناطق أصغر وأصغر داخل الشكل، يقدم التفاضل والتكامل مقياس المنطقة داخل القطع المكافئ الذى يقترب أكثر وأكثر من المنطقة " الفعلية"؛ على الرغم من أن منطقة صغيرة تظل غير مقاسة.

يأتى تأثير التفاضل والتكامل على بناء العلية من قدرته على قياس المواقف ووضع تنبؤات حين تظهر الحاجة إلى عدد لا نهائى من العمليات الحسابية للحصول على الإجابة " الصحيحة"، على سبيل المثال، كمية الضغط الفيزيائى العامل عند نقاط مختلفة فى بناية عالية. وبهذه الخاصية حُرر المهندسون والمصممون والعلماء من الحاجة إلى الدقة الكاملة فى مواقف من الصعب تحقيقها، وبهذا، وتوفر بديل قوى للمطلق فى النموذج المقولى. إن هذا يعنى أنه برهن على أن الشخص يمكن أن يقترب جدا من

الاجابة الصحيحة بحيث لا يمكن تمييز ما حصله عن الواقعى/ الفعلى، مما أظهر عدم الحاجة إلى أن تكون النتيجة الرياضية مضبوطة تمامًا لكى تكون دقيقة ونافعة. هكذا وفر التفاضل والتكامل منهجًا يشمل كلاً من معانى مفهوم الاحتمالية التى عرفها هايزنبرج: تمثيل رياضي لرجحان النتيجة فى موقف معين واللايقين المتأصل فى ذلك الحساب. إن شمول مفهوم الاحتمالية على كل من معانى الاستدلال الاحتمالى والسماح بالقياس، يوحد أكثر المفاهيم النظرية والتطبيقية التى يحتاجها علم العلية الاحتمالية.

ومن الواضح أن مفهوم النسبة والإمكانات (الأرجحية) والتفاضل والتكامل وقياس الاحتمالية تطور فى الوقت نفسه. هناك عدد من التفسيرات المحتملة لهذا التطور المتزامن يبدو معقولا: إن المفاهيم متصلة ببعضها؛ وتبطن فكرة التنبؤ الرياضى المفاهيم الثلاثة؛ ونمو طبقة تجارية أدت إلى أرباح عملت على زيادة أوقات الفراغ ومن ثم الاهتمام بقضايا مثل التنبؤ الدقيق فى ألعاب الحظ (القمار)، وبزوغ الجامعات التى شجعت الأفراد على الاهتمام بمسائل قياسية مختلفة والتواصل مع خبراء آخرين. يطرح البزوغ المتزامن تقريبًا لتلك الأفكار الثلاث المتفرقة لكن المتصلة برابط ما. من ناحية ثانية، لعله نتيجة عدد من تلك التفسيرات أو كلها.

هناك " أداة tool" أخرى أثرت تأثيرًا كبيرًا على تطور مناهج قياس الاحتمالية والتأثير على الأساسيات المفاهيمية للمفهوم المعاصر للاستدلال الاحتمالى العلى على السواء، هى اكتشاف أبراهام دى موافر Abraham de Moivre (١٦٦٧-١٧٥٦) بأن توزيع الأحداث العشوائية ظاهريًا يتبع "منحنى الجرس bell curve " أو التوزيع الاحتمالى العادى. قام بمزيد من التطوير لهذا الاكتشاف كارل فريدرش جاوس Carl Friedrich Gauss (١٧٧٧-١٨٥٥)، الذى أظهر أن المتغير عن المتوسط يتناقص مع تزايد عدد القياسات أو العينات، وهو الاكتشاف الذى أدى إلى الاستنتاج بأن الدقة

تتناسب طرديًا مع عـدد الملاحظـات. قـام الموسـوعى فرانـسيس جـالتون Francis Galton فى القرن التاسع عشر بتطبيق هذا الاقتراب بعد ذلك على عديد من الكميات القابلة للقياس، والتى شملت طول الإنـسان ووزنـه. وإذ أظهـر التطبيـق أن النتـائج توزع نفسها فى توزيع " جاوسى" على أعداد كبيرة من الناس، ساعد فى تطوير مناهج لقياس تلك التنبؤات. إن وجود التوزيع العـادى فى كـل مكـان وطـد حقيقـة العليـة الاحتمالية لأنه يعنى أن هناك قوى متأصلة فى الطبيعة بالضرورة تؤدى إلى هذا الـنمط الاحتمالى للتوزيع. أدرك جالتون كذلك حدًا أقصى رئيسيًا يسمى الاقتراب الاحـتمالى وهو قدرته المحدودة على طرح تنبؤات بشأن الأفراد.

حثت التطبيقات العملية للتنبؤ بالنتيجة والقياس الكمى عـلى تطـور الأدوات الإحصائية الاحتمالية لتحسن القياس الكمى وتحليل كميات كبيرة مـن البيانـات. إن الكاتب ريتـشارد برنـستين Richard Bernstein فى كتابـه فى مواجهـة الآلهـة: قـصة المخاطرة الرائعـة Against the Gods: The Remarkable Story of Risk وصـل إلى حد أنه طرح أن مفاهيم المخاطرة والتنبؤ وتطور مناهج قياسـهما كانـت علامـات ضرورية على الرأسمالية والصناعة الضخمة. إن هذا يعنى أنها لم تكن كافية فى حد ذاتها لكى تتسبب فى بزوغ الرأسمالية، لكنها رفعت بدرجة كبـيرة رجحـان بزوغهـا لأنهـا، طبقا لبرنستين، سمحت بحساب القدرة عـلى تحقيـق الـربح فى الاسـتثمار مـع قيـاس مخاطرة المغامرة، وهى دعامة رئيسية فى النظام الرأسمالى. يطرح برنستين بهذا أن إحدى الدعائم العلية لهذا النظام الاقتصادى القوى هى البزوغ المفاهيمى للمنطق الاحتمالى. إن أحد الأوجه الأخرى فى الاقتراب الاحتمالى الذى دخل الخبرة الإنسانية إلى حد أن أصله الحديث نسبيًا يبدو مثيرًا للدهشة هو حساب المتوسط الذى طوره دى موافر فى عمله عن التوزيع العادى.

أصبح عديد من أمثلة المنطق العلى الاحتمالى جزءًا من نسيج الحياة المعاصرة. على سبيل المثال، تخفض حدود السرعة من رجحان وقوع حادث لكنها لا تمحوها؛ أو يعرف لاعب البوكر أو البريدج الجيد الأوراق التى لعبها الآخرون ويقوم بناء عليه بحركاته التالية، وهو يعلم أن هذا يزيد من رجحان فوزه ولكن لا يضمنه؛ أو يعتمد الرياضيون الناجحون ومدربوهم على معرفتهم بأن هناك أفعالاً معينة سوف يقوم بها الخصم على الأرجح ويحاولون توقعها ليرفعوا من فرص فوزهم. من ناحية ثانية، يعتقد الأفراد غالبا أن تلك الأفعال مقولية بطبيعتها. على سبيل المثال، يعتبر تجاوز السرعة عملاً خاطئًا لأنه خطر أكثر منه إدراكًا بأن حدود السرعة المسموح بها تقلل من معدلات وقوع الحوادث؛ وتخفض من مخاطر النتائج الوخيمة لو وقع حادث، لكنها لا تمحو أيًا منهما.

هذا يرجعنا إلى واحد من التحديات فى المنطق الاحتمالى العلى، الموضح فى المثال التالى. إن رجحان أن يصاب الشخص الذى يدخن أكثر من علبة سجائر فى اليوم لمدة خمسين عامًا بالسرطان أكبر سبعين مرة من الشخص الذى لا يدخن على الإطلاق. هناك فى هذه النسبة " فترة الثقة confidence interval"؛ أى مدى حسابى يمكن ضمنه أن يتأكد الشخص " ٨٠ بالمائة" أو "٩٥ بالمائة" أن هذه المعلومة صحيحة. من ناحية ثانية، حتى عند مستوى الثقة ٩٥ بالمائة، هناك فرصة واحد فى عشرين أن تأتى النتائج خارج هذا المدى؛ وعند ٨٠ بالمائة هناك فرصة واحد فى خمسة. هذا يخبرنا بأن رجحان أن تدخين السجائر يتسبب فى إصابة المدخن بسرطان رئة أكبر بكثير من صفر- أى، أكبر بكثير من الاحتمالات المذكورة- لكن، لأن هناك عللاً أخرى وليس كل من يدخن سوف يصاب بالسرطان، فبوسع الشخص أن يعين مدى من الرجحان بأنه علة عوضًا عن " نعم" أو " لا" مطلق. ومع ذلك، فإن نسبة هذا الرجحان عالية بحيث بوسعنا أن نثق تماما بأن أى شخص يدخن بانتظام أكثر عرضة للإصابة

بسرطان الرئة عن الشخص الذى لا يدخن، ولكن لا نستطيع أن نثق فى هذا ثقة كاملة- ولا نستطيع أن نتنبأ بدقة ما إذا كان الشخص المعين سوف يصاب بسرطان الرئة أم لا.

هل هذا يثبت أن تدخين السيجارة هو علة سرطان الرئة. نعم ولا. إذا الإجابة " لا"، تظهر تلك البيانات أن هناك رابطًا قويًا جدًا بين تدخين السيجارة والسرطان فقط. و كما أشار هيوم، هذا لا يثبت علاقة علية. من ناحية ثانية، فى ضوء قوة العلاقة (سبعة عشر نسبة مخاطرة كبيرة نسبيًا)، فإن احتمالية أن يكون التدخين علة الإصابة بسرطان الرئة عالية جدًا. إذن، وعمومًا، يعجز النموذج الاحتمالى عن ترسيخ علاقات علية مطلقة. من ناحية ثانية، هذا لا يعنى أن التنبؤ مستحيل أو أن المحاولة عقيمة.

وبالمثل. فإن مخاطرة أن يصاب الشخص الذى يدخن "علبتين سجائر" يوميًا لمدة ثلاثين عامًا بسرطان الرئة أكبر كثيرًا من مخاطر أن يصيب الشخص الذى لم يدخن قط. تمسك بهذا اللايقين صناع السجائر ومساندوهم لسنوات فى بياناتهم بأنه لا دليل على أن تدخين السجائر يتسبب فى الإصابة بسرطان الرئة، غير أن قوة الرابط أقنعت فى النهاية مسئولى الصحة العامة والقضاة والقانونيين وكثيرا من العامة بأن الإجابة هى " نعم".

العلية والاحتمالية

يرى البعض اللايقين المتأصل فى الاستدلال الاحتمالى سببًا لرفضه، غير أن الإسهام العظيم الذى قدمه الاقتراب الاحتمالى هو أنه يوفر منهجًا يمكن من خلاله قياس اللايقين. وجدير بالذكر أن الاستدلال الاحتمالى يستخدم فى عديد من القرارات اليومية، التى لا ترتبط ارتباطًا مباشرًا بالعلية، فعلى سبيل المثال، القرار بأخذ

مظلة، أو الاختيار بين وضع المال فى وديعة أو سهم، أو قبول عرض وظيفة جديدة، أو شراء سيارة خاصة. علاوة على ذلك، هناك قرارات تتخذ حتى حين يكون واضحًا أن رجحان النتيجة منخفض. تشمل الأمثلة على ذلك اختيار الخضوع لإجراء طبى على الرغم من أنه قد لا تتأتى منه النتيجة المرجوة على الأرجح، أو استثمار المال فى مغامرة عالية المخاطرة، أو الاستمرار فى التدخين أو الانخراط فى سلوك خطر. إن قوة المنهج الاحتمالى تكمن فى أنه يعطى صاحب القرار قياسًا للخطر المنطوى فى قراره. وحين يتم تطبيقه على الاستدلال العلى، ينقل المنهج الاحتمالى معلومات عن رجحان العلاقة العلية فى الوقت الذى يوضح أنه ليس هناك إجابة مطلقة.

الحدود القصوى للنموذج الاحتمالى

كما ذكرنا، يختلف النموذج الاحتمالى اختلافًا جذريًا عن اقتراب " نعم/ لا" للنموذج الثنائى. ترمز نظرية الاحتمال إلى" ربما"، فى حين يمثل النموذج المقولى اليقين؛ توفر نظرية الاحتمال وصفًا لرجحان ارتباط حدثين ما، لكنها لا تقدم عبارة مطلقة عن علاقتهما. لذلك، تبدو نظرية الاحتمال أكثر تعقيدًا وأقل غنى فى المعلومات على السواء فى نظر عديد من الناس.

ذكرنا فعليا عددًا من الحدود القصوى التى تسم النموذج الاحتمالى والبعدى. أولها وقبل كل شىء، وكما ذكرت، لا يمكن تعريف العلل بيقين تام. هذا مصدر لإحباط كثيرين، ويمكن استخدامه لتشتيت الناس عن الإقرار بأن هناك علاقات علية على الأرجح. ثانيا، يرى كثيرون أن النموذج الاحتمالى أقل حدسًا من النموذج المقولى؛ وهذا يضعف من قدرته على توفير معلومات ذات معنى ويزيد من رجحان إساءة فهم المعلومات المتوفرة.

أما الحد الثالث فهو أن ترسيخ معلومات احتمالية يتطلب عادة أن تحدث الظاهرة أكثر من مرة، أو أن تؤثر على مجموعات من الناس أو الأشياء، أو على الأقل

تتوفر المعرفة بظروف مماثلة. وبما أن المناهج الاحتمالية محدودة فى قدرتها على توفير نسب الرجحان حول الأحداث الفردية أو الأفراد، فهى نادرًا ما تفيد فى تخصيص المعلومات العلية حول الحوادث الفردية مثل الأحداث التاريخية، وسبل التطور الخاصة، والأيكولوجى وحيوات الفرد أو الجزئيات الفردية. وغالبا يفوق ثِقل الأوجه الفريدة لأى جسم مفرد أو شخص أى تماثلات قد يتشاركها مع الآخرين التى تقترب منها التوقعات العلية أو عند مستوى الصدفة.

يوضح هذا الاعتماد على بيانات المجموعة حدًا أقصى آخر يسمى النموذج الاحتمالى. ويعتمد قدرته على التنبؤ برجحان العلاقة العلية أو وصفها على تكافؤ الأحداث محل المقارنة. وبما أن مبدأ اللايقين يبرهن على عدم إمكانية تعيين ما إذا كان أى حدثين متطابقين تماما، ينبع جزء من الخطأ فى النموذج الاحتمالى من عجز متأصل به فى تحديد تكافؤ الأحداث محل المقارنة. هناك مصدر آخر للخطأ وهو أن القياسات لا يمكن أن تكون مضبوطة أبدا، مهما كان حرص القائم بالقياس أو جامع المعلومات. لذلك، ينبع بعض من " ضبابية" المعلومات الاحتمالية من حقيقة أن هناك أسبابًا reasons متعددة وراء أن المعلومات التى بناء عليها يتم التقييم يشوبها خطأ وأنه لا يمكن محوه كاملاً. وكان هذا الإدراك هو ما دفع رونالد فيشر Ronald Fisher إلى تطوير العلم الذى يقوم عليه اختبار العينات، كما سوف يناقش الفصل الثامن.

من ناحية ثانية، يجب ألا يستخدم عجز الاقتراب الاحتمالى عبارات مطلقة عن العلية أو الأفعال المستقبلية أساسًا للادعاء بأن لا وجود للعلية أو عدم إمكانية تعيينها. عزز نقص اليقين المطلق كل اقتراب نحو المعرفة باستثناء، كما سوف يطرح الفصل العاشر، الدين أو الإكليريكية. إن العدمية، والرفض الكلى للعلية، الذى نجم عن هذا اللايقين المتأصل هما فى حد ذاتهما تطبيق خاطئ للاستدلال المقولى، وإخفاق فى قبول حقيقة أن هناك حدودًا قصوى تقيد المعرفة الإنسانية. تطور النموذج

الاحتمالى من تقدير تلك الحدود القصوى وإدراك أنه يمكن الحصول على بعض المعلومات، لكن هذا لا يمكن أن يصبح مطلقًا/ تامًا. وفى حين أن هذا حد أقصى متأصل فى الطبيعة (أو على الأقل الكيفية التى تكون بها البشر فى فهم الطبيعة)، فقد حَسَّن فعليًا إدراك هذا الحد الأقصى القدرة على استخدام المعلومات التى يمكن جمعها. إن تعريف الحدود القصوى لكل اقتراب يقوى فعليًا من قدرته على اشتقاق المعلومات العلية لأنه يزيد من رجحان تطبيق منهج محدد أو اقتراب معين فى المواقف المناسبة ويقلل من رجحان عدم الملاءمة أو سوء التطبيق.

أخيرًا، لا يبدو الاستدلال الاحتمالى بالنسبة للعديد من الناس، طبيعيًا؛ أو لعله لا يشكل جزءًا من نسيج الخبرة اليومية. ومثال على هذا، مقارنة انتشار الخوف من الطيران بالخوف من ركوب السيارة حيث إن الأول أعلى نسبة من الثانى. إن رجحان أن يموت الفرد فى حادث سيارة أكبر بكثير مما فى تحطم طائرة. وسواء كان هذا الخوف الأكبر من الطيران نتيجة الطبيعة الدرامية لحوادث تحطم الطائرات، أم نتيجة حقيقة أن عددًا أكبر من الناس يموتون على الفور فى حوادث تحطم الطائرات التجارية؛ أو نتيجة حقيقة أن سائقى السيارات يعتقدون أنهم أكثر تحكمًا فى الخطر (حقيقى أم لا)، أو عامل/ عوامل أخرى أم لا، فإن هذا ليس واضحًا. ومع ذلك، يتصرف بعض الأشخاص كما لو أن احتمال الموت بالطيران أعلى بكثير من الموت بالسيارة، مما يطرح حقيقة أن المقارنات الاحتمالية لا تجرى " طبيعيًا" دائمًا؛ وأن هناك عديدًا من الأفراد يتصرفون بطريقة تدحض المنطق الذى ينتج *فقط* من الاستدلال الاحتمالى.

هل يتمايز الاستدلال الاحتمالى والمقولى؟

قدمت، حتى الآن، العلية المقولية والاحتمالية نموذجين متمايزين من الاستدلال. فهل من الأفضل اعتبارهما اقترابًا واحدًا، أحدهما فرع من الآخر؟ ألا يمكن اعتبار النموذج المقولى حالة خاصة من الاقتراب الاحتمالى، حيث العلاقة العلية

إما " نعم" ١٠٠ بالمائة أو " لا" ٠ بالمائة؟ أو، بديلاً عن هذا، لم لا نعتبر الاقتراب الاحتمالى فرعًا من المقولى؟

إن النجاح الهائل فى مجال الكمبيوتر والكاميرا الديجيتال يهدم تلك الأسئلة، إذ يبين كلا المجالين أن تلك الظاهرة المعقدة والمتدرجة يمكن تشفيرها فى النهاية رقميًا. لعل الطبيعة مبنية رقميًا (مقوليًا)، وتكون البشر بحيث يدركونها فى نمط متواصل. أو بالعكس، لعل الطبيعة تعمل فى نمط متواصل لكن بنى/ البشر المفاهيم المقولية لتبسيطها. هناك عدة أسباب أراها تجعل من الأفضل الاحتفاظ بالتمايزات بين النموذجين، على الأقل عند المستوى المفاهيمى.

إن البساطة المتأصلة فى النموذج المقولى والتمكين الذى يوفره هو قوة عظيمة. فى المجالات التطبيقية مثل الهندسة، ويسمح بالقدرة على الكلام والعمل فى مقولات متمايزة (فئات) بالفعل. هذا يبدو حقيقيًا فى الحياة اليومية كذلك. يميز، على سبيل المثال، علماء الأرصاد الجوية بين العواصف الموسمية والأعاصير. إن حقيقة أن منطقة تقل سرعة الرياح بها عن ٧٥ ميلاً فى الساعة، بينما تصل سرعة الرياح فى منطقة ما إلى أكثر من ٧٥ ميلاً فى الساعة، تخلق اختلافًا فى حجم الانتباه المولى من العامة والاستعدادات المجهزة. وكانت البساطة هى أحد التبريرات التى طرحها جاليليو لنبذ الاقتراب الأرسطى، وتحقق كثير من التقدم الذى شهده الفهم العلمى نتيجة التركيز على عناصر عليّة وحيدة.

وعلى النقيض، فإن مفهوم العلل المتعددة والمتفاعلة أسهل للفهم وللوصف رياضيًا فى النموذج الاحتمالى. علاوة على هذا، وكما ذكر فى نهاية القسم السابق، أدى النموذج الاحتمالى إلى تقدير وفهم أن العجز عن تعريف سبب أو عدة أسباب بيقين تام لا يعنى أن فقر الشخص تمامًا إلى أى معلومات عن العلاقات العلية.

إن ما سوف يضيع بإدراج أو نبذ سواء الاستدلال المقولى أو الاحتمالى هو التناقض بين اليقين المطلق والنسبى. ينطوى هذا التمايز على تضمينات فلسفية وعملية على السواء؛ فهو يتجنب الادعاء بأن اقترابا واحدا دائما أكثر دقة أو أفضل من الآخر، وهو ضرورى للادعاء الذى يطرحه هذا الكتاب بأن اختيار نموذج معين يتعين أو على الأقل يتأثر تأثرًا قويًا بالظروف أو الأحداث المعنية. يفضل النموذج المقولى العلل الوحيدة. يمكن أن يؤدى وجود علل معًا إلى أسباب مقولية عدة، غير أن مفهوم العلل المتعددة و المتفاعلة أسهل للفهم والوصف رياضيًا مع النموذج الاحتمالى.

إن نبذ التمايز بين النموذجين قد يؤدى إلى تجاهل حدودهما القصوى. علاوة على ذلك، إن محاولة فعل هذا قد تكون غير ناجحة فى رأيى، بما أن العديد من الناس سوف يستمرون فى التفكير والتصرف بنمط ما أو آخر. يشجع الاحتفاظ بالنموذجين على إدراك قوى كل منهما وحدوده القصوى، ويقر بحقيقة السلوك الإنسانى. وبكلمات أخرى، يبدو أننا نفكر فى العلية بطرق مختلفة، وكثيرًا ما يميل الناس إلى فعل هذا، فمن المفيد والمهم على السواء أن ندرك أن تلك الطرق المختلفة من الاقتراب نحو دراسة العلية تنطوى على عديد من التضمينات المختلفة جدًا. من ناحية ثانية، لا يتجاهل الاحتفاظ بالتمايز (وهو فعل act مقولى فى حد ذاته) المعالم المشتركة بينهما. يعالج كذلك الاحتفاظ بالتمايز بينهما نفاذ بصيرة هيوم بأنه ليس من الممكن تحقيق اليقين المطلق بشأن العلاقات العلية. وإذ يوفر الاقتراب الاحتمالى بديلاً، فهو بذلك يسمح بالفعل action بناء على الاستدلال العلى حتى دون بلوغ يقين ١٠٠ بالمائة. إننى أطرح أن اعتراض هيوم يعكس حدًا من الحدود القصوى التى تسمى الاقتراب المقولى لكن هذا الفعل يتطلب فى بعض الأحيان تبنى هذا الاقتراب مع ذلك.

هناك تمايز عملى آخر وهو أن النموذجين يتطلبان اقترابين إحصائيين مختلفين. يتم اختبار النموذج المقولى باستخدام مناهج تسمى ***لابارامترية/ لامعلمية*** parametric التى تستطيع أن تقارن مجموعات عدة فقط. على العكس يعتمد النموذج

البعدى على الاقترابات *البارامترية/المعلمية* التى تقارن معالم المعلومات الموزعة distributed information مثل وسائل الانحراف أو الانحراف المعيارى standard deviation. تعتمد التقييمات الإحصائية فى الاقتراب الاحتمالى على مقارنات النسب التى هى مؤشرات رجحان أن التوزيع يختلف عن الصدفة.

أخيرًا، تعزز قيمة الاحتفاظ بتمايز بين المقولى والاحتمالى اكتشاف أن الأوجه المختلفة للنظامين الفيزيقى والبيولوجى يفضل وصفهما سواء بمصطلحات مقولية (تصنيفية) أو بمصطلحات متناظرة. يوضح كل مثال منهما وجهًا من أوجه النظام الطبيعى الذى يعمل بنمط ثنائى، ولكن حين يتم تلخيص أو فحص أعماله من خلال اقتراب ميكروسكوبى أكثر يبدو متدرجًا.

- تسلك العديد من الجسيمات دون الذرية كما لو أنها توجد فى حالة أو حالتين من الطاقة فقط (نموذج مقولى) لكنها تتبع النموذج الاحتمالى البعدى حين تُفحص إجمالا.

- فى المخ، العديد من قنوات الأيون والمستقبلات والخلايا والدوائر العصبية إما نشطة أو خامدة (مقولى) لكنها تعمل معًا بملامح أخرى مماثلة عديدة فى نمط متدّرج وبعدى. (احتمالى).

- تتحفز الخلايا العصبية الفردية التى تم تحديدها فى الفصين الأماميين من مخ القرد حين يحرك عينيه إلى هدف ما. تتحفز خلايا أخرى فى القشرة البصرية حين يتم وضع فى مجال الرؤية خط منحدر بدرجة محددة. تلك أفعال مقولية؛ كل خلية عصبية إما تنشط أو تخمد. من ناحية ثانية، تبدو العينان تتحركان بنمط ناعم متدرج، ونحن نعيش حركة أعيننا على أنها خبرة متواصلة. وعلى المستوى الفسيولوجى، تنتج حركة العين من مجموع تحفز خلايا عصبية متعددة والعديد من تراكمات الحركة الصغيرة جدًا. وعلى المستوى العصبى الفردى فهى مقولية فسيولوجيًا، لكن تجريبيًا هى متواصلة.

تبرهن تلك الأمثة على أن عديدًا من الأحداث فى الطبيعة يمكن وصفها مقوليًا عند المستوى الميكروسكوبى وتدريجيًا نتيجة تجمعها على المستوى الميكروسكوبى. يسمح الاحتفاظ بالتمايز بين النموذجين بدراسة معمقة ويتجنب التبسيط. لهذا، يجب ألا يساء تفسير الاحتفاظ بالتمايز بينهما بأنه يعنى ضمنًا أن واحدًا أفضل أو أقوى أو أكثر انعكاسًا للطبيعة عن الآخر.

باختصار، يشرح كل نموذج شرحًا أفضل خواص معينة للنظام عند مستوى محدد من التحليل. وسواء تصف تلك التمايزات اختلافات فعلية تحدث فى الطبيعة، أى، تمايزات يمكن إدراكها بأى طريقة أخرى أم لا، فهذا جدل يعود بنا إلى كهف أفلاطون. أخلص إلى أن التمايزات بين المقولى والاحتمالى تظل مفيدة عند هذه المرحلة من التاريخ البشرى: وسواء ظلا يتمتعان بقيمة مفاهيمية فى المستقبل أم لا فهذه مسألة غير واضحة، حتى لو أن كانط كان محقًا فى ادعائه بأن الطريقة التى يدرك بها البشر العالم ويفهمونه مرسومة طبقًا لتكون المخ البشرى. يطرح الفصل التالى أن هناك على الأقل نموذجًا مفاهيميًا آخر للعلية، وهو الاقتراب الناشئ emergent approach، الذى تطور خلال المائة سنة الماضية. إن حقيقة إدراك البشر لكل من تلك النماذج عند مرحلة معينة من التاريخ البشرى تعزز تطور نماذج مفاهيمية جديدة فى المستقبل وأن تلك النماذج قد تتحد أو تحل محل الاقترابات المعاصرة.

معيار اختيار النموذج المناسب

لو أن النموذجين المقولى والاحتمالى مفيدان على السواء، فلابد من معيار يرشد عملية اختيار أى منهما يصلح للتطبيق فى موقف معين. فعليًا تمت مناقشة معيارين منهما بطريقة غير مباشرة. الأول، طور الإحصائيون قوانين تنص على الشروط والظروف التى يجب خلالها استخدام تقنية إحصائية معينة؛ إن مختلف المناهج الإحصائية ملائمة، وهى عالمية تقريبًا، لتحليل البيانات المقولية أو البعدية. هذا ليس

استدلالاً دائريًا لأن الاختيار الملائم يرفع إلى أقصى حد " القوة" أو القدرة على تقديم إجابة. لو أمكن وضع السؤال فى صيغة مقولية، يتم استخدام إذن التقنيات التى تعطى الإجابة "نعم / لا" المطلقة. أما إذا كان غير ممكن، فيتم استخدام التقنيات الاحتمالية. من ناحية ثانية، لا تزال المناهج المقولية تتمتع بمُكوّن احتمالى بما أن اليقين المطلق مستحيل بلوغه؛ وبما أن عدد القصص أو الأفراد يؤثر على قوة الرجحان. إن النتيجة هى: يرفع المنهج الإحصائى إلى أقصى حد درجة اليقين الذى يستطيع الشخص بها أن يظهر وجود العلاقة ويقيس، فى الظروف الملائمة، رجحان العلية.

إن الفائدة هى المعيار الثانى الذى من المناسب أحيانًا إثارتها. وكما ذكر فعليًا، يميز علماء الأرصاد الجوية بين العواصف الموسمية (إن سرعة الرياح القياسية تتراوح بين ٣٩ إلى ٧٥ ميلاً فى الساعة) والأعاصير (تتجاوز سرعة الرياح أكثر من ٧٥ ميلاً فى الساعة)، ومؤخرًا، انقسمت أنواع الأعاصير إلى خمس فئات فرعية. إن تلك التمايزات صناعية بوضوح لأن سرعة الرياح هى عامل تدرجى، وليس هناك اختلاف واضح بين العواصف التى تهب بسرعة متوسطة تبلغ ٧٤ ميلاً فى الساعة وتلك التى تهب بسرعة ٧٦ ميلاً فى الساعة. من ناحية ثانية، تؤدى التمايزات المقولية (التصنيفية) وظيفة التواصل (يصغى الناس بانتباه أكبر حين تستخدم كلمة إعصار) وتنشط خطط التأهب للكوارث (تتخذ إجراءات أكبر عند العاصفة ذات المستوى ٥ عن العاصفة ذات المستوى ٢). من ناحية ثانية، لو أن هناك شخصًا يحاول دراسة هل هناك صلة بين كمية الخراب الذى تخلفه وراءها العاصفة وكمية الطاقة التى تحملها، يجب إذن عليه أن يستخدم المعادلات التى تفحص سرعة الرياح والمتغيرات الأخرى (مثل قطر اتساع العاصفة) على أنها بُنى متواصلة وبعدية.

ولا يثير الدهشة أن اختيار النموذج قد يتغير حتى فى العلم عبر الزمن لو تغير نوع المعلومات أو كميتها. فمنذ مائة وخمسين عامًا مضت، برهن جريجور مندل على أن

هناك ثماني خصائص للبازلاء تورث بوصفها عناصر فردية، سميت فيما بعد جينات، من كل من الوالدين، وأن هذه الوراثة تتبع نمطًا تعمل من خلاله العناصر الوراثية بطريقة من طريقتين. تحث تلك " المهيمنة" السمة trait أيًا كان العنصر الآخر؛ أما " المتنحية" فلن تنشط إلا إذا انتقل الجين الآخر. لم يُعرف عمل مندل حتى أُعيد اكتشافه فى عام ١٩٠٠ تقريبًا، وأرشد هذا الوصف المقولى/ الرقمى الكثير من الأبحاث الجينية لمدة مائة عام. ومع الإعلان عن تسلسل الجينوم البشرى فى ٢٠٠١ ، والقدرة المترتبة على ذلك بإعلان التسلسل الكامل لجينوم عدة أفراد، تباينت الحدود القصوى للنموذج المقولى/ الرقمى الذى وضعه مندل. فى الحقيقة، يبدو أن معظم الأمراض الشائعة فى الإنسان التى تجرى فى العائلات تنتج عن عديد من الجينات، يشرح كل منها جزءًا صغيرًا فقط من الوراثة. إن هذا لا يعنى أن مندل كان مخطئًا، بل يعنى أن الجينات لا تتبع نمطًا مقوليًا بسيطًا فى عديد إن لم يكن معظم المواقف. يعمل الباحثون على فك هذا التعقيد. وسوف يدمج الحل بوضوح شروحات مندل نافذة البصيرة، بما أنها تفسر عديدًا من الظواهر، لكن سوف يكتشف على الأرجح الآليات التى تعتمد على تفاعلات عناصر جينية متعددة وينتج عنها سمات تدرجية وبعدية. كما من الممكن أن يكتشف الآليات التى يبدو أنها تنتج تعبيرًا جينيًا مقوليًا لكنها تعتمد فعليًا على تفاعلات بيولوجية لاخطية، وهو موضوع الفصل التالى. يعتمد اختيار استخدام أى نموذج على أى منها أفضل فى التنبؤ بوظيفة جينات معينة ومجموعات الجينات فى العالم الطبيعى. فى النهاية، يصبح إذن معيار الفائدة فى غاية القوة والفاعلية.

ملخص

فحص هذا الفصل عالم العلل المعقدة والمتفاعلة والمتدرجة والمتعددة. تسلك بعض العلل سلوكًا فرديًا لكنها تفعل هذا بنمط تدرجى، وتسلك أخرى على أنها نُظم

حيث تتفاعل عدة متغيرات – منتج جينى، طرق توصيل الإشارة، الأجهزة الخلويـة، شبكات عصبية، أعضاء- بطرق قابلة للتنبؤ.

إن كلمة " قابلة للتنبؤ" هى الحاسمة هنا. ففـى حـين قـد تبـدو الـصدفة هـى التفسير، يبرهن التحليل الرياضى على دور العلاقات الاحتمالية. إن الطبيعة الاحتمالية للعلاقة هى التى تسمح بالتنبؤات وهذا هو مكمن قوة الاقتراب. ومـع ذلـك، يظـل عجز النموذج الاحتمالى عن وضع عبارات مطلقة مصدر إحباط لعديدين.

يتناول الفصل التالى ظاهرة يبـدو أنهـا تمـزج أوجـه النمـوذجين اللـذين تمـت مناقشتهما حتى الآن؛ الظاهرة التى تتسم بخاصية كل شىء أو لاشـىء، التـى تتعلـق بالنموذج المقولى؛ وبخاصية التدرج التى تتعلق بالنموذج الاحتمالى على السواء.

الفصل الخامس

النموذج الثالث للعلية

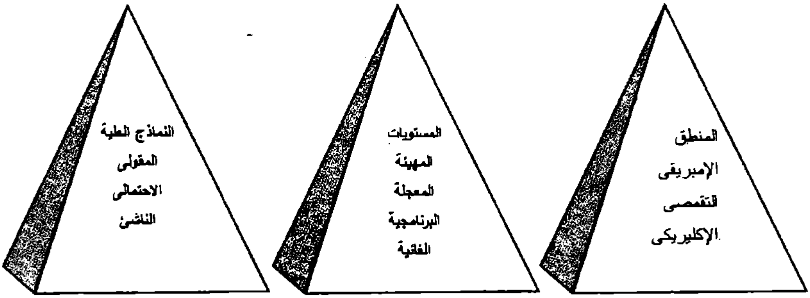
الاقتراب الناشئ واللاخطى

إن ما نشهده الآن ... هو تغير فى الباراديم فى محاولات لفهم عالمنا، بينما ندرك أن قوانين الكل لا يمكن استنباطها بالحفر عميقًا فى التفاصيل.

تاماس فيكسك[١].

إن هذه القوانين، بعد تطبيقها على الخلية والنظام البيئى[٢] ecosystem على حد سواء، تبرهن على حتمية قوانين الطبيعة وعلى مدى عمق التنظيم الذاتى self – organization فى تشكيل العالم حولنا.

أ.ل باراباسي[٣].



(١) Tamas Vicsek (١٩٤٨ -) عالم مجرى.

(٢) النظام البيئى : الوحدة الرئيسية فى علم البيئة: مساحة طبيعية تحتوى على كائنات حية نباتية أو حيوانية أو مواد غير حية.

(٣) A.-L. Barabási (١٩٦٧ -) عالم أمريكى مجرى فى نظرية الشبكات.

فى أواخر أربعينيات القرن العشرين، قدم أستاذ معهد ماسوشستس التكنولوجى MIT نوربرت وينر Norbert Wiener اقترابًا جديدًا لدراسة النظم: لقد حللها من منظور كليات فاعلة مكونة من وحدات متفاعلة متعددة. وأطلق اسم السبرنطيقيا cybernetics على هذا الفرع العلمى، وقارن اقترابه بتركيز النموذج العلمى السائد على التفاعلات الفردية. وكانت الفكرة المتأصلة فى طرح وينر هى أن مجموع أجزاء نظام ما أعظم من إسهاماته الفردية. وبدت تلك الفكرة راديكالية جدًا فى تلك اللحظة، لأنه، جزئيًا، وجد وينر مشقة فى العثور على أمثلة واقعية من العالم الواقعى مقنعة يمكن أن يستخدمها لإقناع المشككين، غير أنها أثرت على مصممى نظم الكمبيوتر الأول، ويمكن اعتبارها بشيرًا على فروع علمية جديدة نسبيًا فى علم نظم البيولوجي[1] systems biology ونظرية الشبكات[2] network theory.

وفى الحقيقة لم تكن تلك الفكرة جديدة حقا. وكما أقر وينر نفسه، برزت فكرة أن الكل أعظم من مجموع أجزائه فى الفكر الشرقى منذ مئات السنوات. كما كانت هذه الفكرة جوهر عمل كلود برنارد Claude Bernard عالم الفسيولوجى، وعالم الرياضيات هنرى بوانكريه Henri Poincaré ، والفيلسوف جورج هنرى لويس George Henry Lewes؛ الذين عملوا جميعًا فى منتصف القرن التاسع عشر وأواخره.

---

(١) النمذجة الحسابية والرياضية للنظم البيولوجية المعقدة، ويركز على التفاعلات المعقدة داخل النظم البيولوجية المختلفة.

(٢) نظرية الشبكات جزء من نظرية المخططات البيانية graph theory، حيث تدرس المخططات البيانية التى قد تمثل إما علاقات متماثلة أو غير متماثلة بين الأجسام المختلفة كما فى الفيزياء الإحصائية وفيزياء الجسيمات والهندسة الكهربائية أو بين الكائنات المختلفة كما فى البيولوجى.

فعلى سبيل المثال، تفترض نظرية برنارد عن التوازن الداخلى Homeostasis أن الكائنات الحية(المتعضيات) تتمتع بنظم متعددة يحافظ تفاعلها على وسط داخلى مستقر فى مواجهة البيئة الخارجية المتغيرة؛ وطور بوانكريه أدوات رياضية لتحليل العلاقات بين المتغيرات التى بدت أنها تتغير تغيرًا غير نظامى، بمعنى لا خطى.

إن توكيد وينر على دراسة النظم من منظور الكليات المندمجة والمتصلة عوضًا عن منظور وحدات من التكتلات المستقلة والتامة فى ذاتها- هذا التوكيد يشمل مفهوم العلة الناشئة[1] emergent؛ أى فكرة أن النظم تحتوى على عناصر منظمة لا يمكن فهمها بمفردها بفحص مكوناتها فرديًا. ينصب هذا الفصل على مناقشة تلك المفاهيم: النظم واللاخطية والعلة الناشئة وصلتها بالعلية جميعها.

بنيت خلال نصف القرن الماضى نماذج مفاهيمية عديدة اعتمادًا على الهيكل الضعيف لأفكار وينر، وامتدت إلى الفيزيقى والبيولوجى والعلوم الاجتماعية. إن موضوعات متفرقة مثل وظيفة الكائنات الحية والنظم الاقتصادية والحيوانات غير البشرية والمجتمعات الإنسانية، والحوادث، والحركات التاريخية، والأمراض المتفشية (الأوبئة)، والوعى الإنسانى وحتى الكون والحياة نفسها- كل تلك الموضوعات تم فحصها بمناهج تستخدم مفاهيم اللاخطية والنشوء والنظم. وتنتشر هذه المناهج بأسماء مثل نظرية الفوضى chaos theory، ونظرية التعقيد complexity theory ،

---

(١) Emergentism تترجم أحيانا التولدية أو الطفرة أو الظهور (انظر مراد وهبة ص ١٩٦؛ معجم المصطلحات العلمية ص ٢٠٠) وهى تقابل الاختزالية reductionism، وهى تعنى تولد أو نشوء خاصية من خواص نظام ما إذا كانت هذه الخاصية أكبر أو أكثر من مجموع خواص أجزاء النظام كله.

والنظم ذاتية التنظيم، ونظرية الشبكة. وفى حين مازال الوقت مبكرًا للتأكد من أنها تتشارك فى مجموعة آليات متسقة ومنتجة وتنبؤية، فإن الاقتراب العريض المشترك بينها يمثل نموذجًا مفاهيميًا ثالثًا من العلية يصف أوجه العلاقات العلية التى لا يستطيع الاستدلال المقولى والاحتمالى إلقاء الضوء عليها. تطور الفقرات التالية هذه الفكرة وذلك بتصفح الأطروحات المركزية فى عديد من تلك النماذج، مع التأكيد على الخصائص التعريفية المشتركة بينها فى اقترابها نحو العلية.

نظرية الفوضى(1)

تستخدم نظرية الفوضى مجموعة من الآليات الرياضية لتعريف الأنماط التنبؤية للسلوك داخل نشاطات غير منظمة ظاهريًا ومكررة، وللبرهنة على أن هناك جدودًا احتمالية تقع ضمنها تلك الظواهر. إن استخدام كلمة " فوضى" ساخر إلى حد ما، بما أن النظرية تسعى إلى تعريف كل من النظامية والتنبؤية فى الظاهرة أو الملاحظات التى تبدو أنها عشوائية، غير أن الاسم جذاب، ويؤكد فعليًا فكرة أن الظواهر غير المنتظمة ظاهريا والفوضوية هى نشاطات تسعى النظرية لشرحها.

هناك ثلاث أفكار مركزية تبطن نظرية الفوضى وتشكل إسهامًا فى النموذج الثالث من العلية: *أهمية الشروط الأولية؛ واللاخطية؛ والتفاعلية* ***interactionism***. يعزز المفهوم الأول الذى يدعى بأن الشروط الأولية تؤثر تأثيرًا عظيمًا على مسار النشاط ونتيجته- الملاحظة بأن المتغيرات الدقيقة عند بداية عديد من النشاطات تؤدى إلى نتائج مختلفة اختلافًا عميقًا. والمثال اليومى على هذا هو أن الحجر الذى يتدحرج من فوق تل ما عدة مرات يتخذ مسارات مختلفة أيا كان المجهود المبذول فى أن يبدأ

(1) Chaos وتترجم كذلك الشواش، ويترجمها مراد وهبة : الظلمة ، انظر مراد وهبة ص ٣٩٩.

النشاط نفسه كل مرة بالطريقة نفسها، لأنه من المستحيل أن يبدأ كل تدحرج فى كل مرة بالأسلوب نفسه، ولأن كل حجر مختلف عن الآخر. إن الدور المهم الذى تلعبه الشروط الأولية، يضع حدودا قصوى رئيسية على التنبؤية إذ من الصعب جدًا وصف أو تعريف كل تباين دقيق فى الشروط الأولية للحدث. وهذا بدوره يضع حدودًا قصوى على تعريف الأسباب الأولية أو خصوصيات بدايات السلسلة العلية.

إن الأطروحة الثانية من نظرية الفوضى هى أن العديد من النشاطات التى تبدو عشوائية وبلانمطية patternless وفوضوية يمكن وصفها بالآليات الرياضية اللاخطية. إن القسم الثانى من هذا الفصل يتوسع فى طرح مفهوم اللاخطية وتناقضه مع العلاقات الثنائية من النموذج المقولى والأوجه التدرجية من الاستدلال البعدى.

إن المفهوم الثالث من نظرية الفوضى هو أن تحليل الأحداث عند مستوى النظم يمكن أن يكشف عن أنماط نظامية patterns of regularity لا تتضح حين يكون التركيز على العناصر الفردية من النظام. وهذا يتأتى بنسبة كبيرة من التردد frequency العالى الذى يسمى العلاقات اللاخطية. تبدو هذه الأنماط غالبًا أنها تنشأ emerge عن نشاط عشوائى، غير أن نظرية الفوضى تطرح أن التركيز على العناصر الفردية عوضًا عن الكل هو ما يحول دون إدراك النمط.

يدعى المدافعون عن نظرية الفوضى أن البرهان المتكرر على النظامية اللاخطية فى نظم مختلفة مثل اضطراب خفقان القلب والطقس- هذا البرهان يطرح وجود مبدأ على مشترك خفى. من ناحية ثانية كل ما قدمته نظرية الفوضى حتى الآن أدوات توصيفية تعرف العلاقات اللاخطية فى النظم، وليس استبصارات نافذة عن كيف تتولد الأحداث. إن هذا يعنى، أنها لم تسهم بعد فى فهم الآلية. من ناحية ثانية، يمكن أن يقول الشخص الكلام نفسه عن قوانين نيوتن أو قوانين الديناميات الحرارية، لذلك فإن وصف نظرية الفوضى لنظامية قوانين شبكة النظم وخصوصيتها هو

إسهام فى حد ذاته. إن الأسباب التى عززت فكرة نموذج ثالث من العلية هو البرهان على أن الشروط الأولية واللاخطية تضيف إلى فهمنا عن سيرورات مختلفة مثل اتصالات الخلايا العصبية والكوة البيئية ecological niche؛ والطقس؛ وحقيقة أن العلية المقولية والبعدية والاحتمالية لا تشرح كلية وظائف تلك السيرورات المختلفة.

الديناميات اللاخطية

اتضح أن عديدًا من الأحداث التى تبدو أنها تقع فى نمط كل شىء أو لا شىء، مع فحصها فحصا دقيقا، أنها تنتج عن تراكم التغيرات التى حدثت عبر فترة طويلة من الزمن. وتشمل الأمثلة المألوفة على ذلك الزلازل، وتجمد المياه النقية عند درجة ٣٢ فهرنهايت (صفر درجة مئوية)، وغليان المياه عند درجة حرارة ٢١٢ فهرنهايت (١٠٠ درجة مئوية). هناك أمثلة أخرى تتبع هذا النمط وهى تحفز الأعصاب؛ وتطور" الموصلية الفائقة superconduction [(١)] فى بعض المواد عند تبريدها إلى درجة حرارة منخفضة جدًا، وتغير بعض المواد حين تبريدها من كونها عازلة إلى موصلة.

تبدو كل تلك الأحداث أنها تحدث فجأة وفى نمط كل شىء أو لاشىء من النموذج العلى المقولى أو الثنائى. من ناحية ثانية، يتبع كل منها " تراكم" التغير التدرجى عبر الزمن: تغير فى الحرارة/ الطاقة من أجل تكون الثلج والبخار وحالة الموصلية الفائقة؛ وتراكم من الضغط الناتج عن تصادم الألواح التكتونية (القشرة الأرضية عندما تتحرك) التى تؤدى إلى الزلازل؛ وتغير فى التركيز الأيونى والشحنة الكهربائية التى تحدث قبل تحفز العصب؛ وهى خاصية من خواص السبب البعدى والاحتمالى. إن هذا المزيج من التراكم التدريجى الذى ينتج عنه تغير مفاجئ هو مصدر كلمة " لاخطى".

---

(١) القدرة على توصيل تيار كهربائى دون مقاومة.

إن ما يُملى التغير الخاص الذى تمر به المادة أو الكائن هو تكوينه/ ها، عند مستوى دون الذرة والميكروسكوبى على السواء. إن هذا يعنى، أن العلة فى تلك التحولات المفاجئة سواء تغير من حالة توصيل إلى حالة عزل، أو من صلب إلى سائل أو من حالة خمول إلى استقطاب- إن العلة فى بنية تلك المادة المعينة؛ خاصية متأصلة لتلك المادة أو البنية. فحين يتكون الثلج أو يتحول السائل إلى غاز أو حين تتحول مادة عازلة إلى موصلة كهربائيًا، فإن تفسير التغير المفاجئ فى التكوين الميكروسكوبى للمادة هو إعادة تنظيم " آنى" فى التنظيم الكمى والجزئى والميكروجزئى للوحدات المكونة لتلك المادة. تحدث الزلازل بسبب حركة مفاجئة فى لوح أو عدة ألواح تكتونية والطاقة المنبعثة عن هذه الحركة. يحدث تراكم الطاقة لأن الألواح تدفع باتجاه بعضها بعضًا؛ وينجم مفاجأة الحدث والطاقة الضخمة المنبعثة عن الكمية الهائلة من الطاقة المطلوبة للتفوق على قوى الكتلة والجاذبية التى حافظت على بقاء الألواح فى مكانها.

إن دراسة التحولات المرحلية والآليات اللاخطية يوفر شرحها الوافى استبصارات نافذة عن وظيفية النظم المعقدة، وهذا جدد تصور نوربرت وينر الغامض إلى حد ما عن السبرنطيقيا. يمكن وضع تعميمات عدة الآن حول خصائص اللاخطية التى توفر انطلاقة لكل من تعريف العلية اللاخطية وخصائصها.

أولاً، يحدث التغير اللاخطى فى النظم التى تتمتع بعدد ضخم من العناصر. إن جزيئًا أو جزيئين من المياه لن يشكلا ثلجًا ولن يخلقا نظامًا مكونًا من لوحين تكتونين فقط زلزالا. إن وجود عدد ضخم من العناصر يزيد من عدد التفاعلات المحتملة ويزيد من احتمالية أن تحدث نتيجة غير مألوفة أو غير متوقعة.

لهذا، فإن التنبؤية المحدودة هى وجه عام ثان من أوجه النظم اللاخطية. يستشهد بير باك وكان تشين Per Bak and Kan Chem، رائدان فى دراسة الآليات اللاخطية فى الزلازل وقاما بتعريف العديد من تلك الخصائص العامة- يستشهدان

بالأوجه اللاخطية لأنماط الطقس والانهيارات الثلجية وازدحام المرور أسبابًا للنجاح المحدود فى التنبؤ بها، على الرغم من أن هذه القدرة (التنبؤ) قد شهدت تحسنًا مع تحسن تعريف العناصر المساهمة وقياسها كميًا. من ناحية ثانية، لم يحقق بعد حقلهما العلمى فى التنبؤ بالزلزال نموذجًا دقيقًا بما يكفى لوضع تنبؤات مفيدة.

إن الوجه الآخر من النظم الذى يحدد القدرة على التنبؤ هو الدور المهم الذى تلعبه الشروط الأولية فى تعيين الأحداث التالية على الحدث فى عديد من النظم. وبسبب هذا، لا يمكن وضع تنبؤات دقيقة فى عديد من النظم قبل معرفة الظروف الخاصة للحدث الأولى؛ أى حتى بداية التلاحق السببى. هذا توكيد ثانٍ على حساسية الظروف الأولية التى تسمى بالنظم الفوضوية.

من ناحية ثانية، تتمتع عديد من النظم بأوجه " مدمجة" تقيد عدد التفاعلات أو تعيد توجيه التفاعلات اللاحقة نحو هدف " مقصود"؛ توازن تلك الخصائص الحدود القصوى فى القدرة على التنبؤ التى تفرضها الشروط المبدئية. فعلى سبيل المثال، بُنيت عديد من النظم بحيث تقع التفاعلات فى تلاحق سببى محدد مسبقًا، حيث تحفز نتيجة محددة الحدث التالى. فلو أن الحدث الذى بدأ التلاحق السببى مقيدًا كذلك بعناصر مدمجة فى النظام، تزيد القدرة على التنبؤ الشروط الأولية وتقل عدم القدرة على التنبؤ.

إن التعميم الثالث فى النظم اللاخطية هو أن القيم الشاذة؛ أى الأحداث غير المتوقعة التى تحدث بعيدًا عن قيمة المتوسط، هى أكثر احتمالاً بأن تقع. وبناء عليه، يشيع التغير المفاجئ فى العلاقات اللاخطية أكثر من العلاقات العلية البعدية. إن هذا يقلل أكثر من القدرة على وضع تنبؤات فى النظم اللاخطية. وبكلمات أخرى، تصف النماذج العلية الخطية التى ترتبط بالعلاقات البعدية الاحتمالية العلاقات القابلة للتنبؤ بين المتغيرات ومتوسط توزيعها. فى النماذج اللاخطية، تتنوع أكثر العلاقة بين المتوسط

والعنصر الفردى. لهذا، تتسم التنبؤات القائمة على معرفة عدد صغير من عناصر النظم اللاخطية بدقة أقل من تلك القائمة على عدد صغير من عناصر النماذج العلية المقولية أو الاحتمالية.

وبما أن الأحداث النادرة أو الشاذة أكثر صعوبة فى تعريفها أو ملاحظتها وبما أنها أكثر شيوعًا فى النظم اللاخطية، فإن تعريف العناصر الموجودة فى الوقت الذى بدأت فيه السلسلة العلية اللاخطية أكثر صعوبة. هذا يُصعب أكثر تصميم اختبارات تكرر الشروط التى وجدت فى الوقت المعنى عند دراسة النمذجة العلية لهذه النظم. ومن غير المعروف ما إذا كان الإنسان يتمتع بحدس أكبر نحو النمذجة المقولية أو الاحتمالية عن النمذجة الرياضية الأكثر تعقيدًا الضرورية لوصف النظم اللاخطية أم لا، غير أن هذه الفكرة قابلة للاختبار لأنها تحمل معاني متضمنة في تثقيف العامة.

إن أحد الأمثلة التى تعكس هذه الصعوبة هو علاقات قانون الرفع الرياضى المميز لبعض النظم اللاخطية. فى مقارنة بتوزيع جاوس، يصل توزيع التردد الذى يتنبأ به قانون الرفع إلى نقطة قصوى ثم يتناقص ببطء أكبر لأن الأس/ الأساس فى علاقات الرفع هو عدد كسرى. (فى مثال ٢^{٣} = ٨ (٢×٢×٢ =٨)، فإن رقم ٣ هو الأس). هذا يصف حقيقة أن التغير فى متغير واحد يؤدى إلى تغير متباين فى الآخر. على سبيل المثال، تتبع العلاقة بين حجم الكائن الحى ومعدل عملية التمثيل الغذائى لديه قانون رفع هو، لمعظم الكائنات الحية، الأس ¾، هذا يعنى أن زيادة فى الحجم بقدر ثلاث وحدات يصاحبها (أو تتطلب) زيادة فى معدل التمثيل الغذائى لأربع وحدات. بما أن هناك حدًا أقصى على كمية الطاقة التى يمكن أن يولدها النظام (الحد الأقصى من معدل تمثيله الغذائى)، فهناك حد أقصى للحجم الذى يمكن أن يبلغه الكائن الحى، ويستخلص قيمة هذا الحد بالمقام (الرقم السفلى من العدد الكسرى)، ومعدل التمثيل الغذائى.

إن الخاصية الرابعة من العلية اللاخطية، التى ترسمها علاقة قانون الرفع هى أن بعض التغيرات التى تتنبأ بحدث ما تبدو صغيرة تمامًا. يبدو على سبيل المثال أن تكوّن الثلج وتطور حالة الموصلية الفائقة يحدثان بعد تغيرات صغيرة فى درجة الحرارة. وبالمثل، استقطاب الأعصاب أو " تحفزها" بعد تطبيق كمية صغيرة من الكهرباء أو تغير صغير فى البنية الكيميائية للوسط الداخلى فى الخلية. من ناحية ثانية، يخفى هذا الوقوع المفاجئ حقيقة أن هناك طاقة هائلة زالت أو أضيفت تدريجيًا إلى المادة قبل حدوث التغير المحفز الأخير.

صاغ باك وتشين عبارة *حرجية التنظيم الذاتى* *self-organized criticality* لتسمية تلك النقطة الحرجة من التغير المفاجئ، وللتوكيد على أن نقطة التغير فى أى نظام معطى تعتمد على خصائص بنيوية محددة (وجه التنظيم الذاتى) للعناصر التى تكون ذلك النظام أو المادة. يحدث التغير المفاجئ كذلك فى الظواهر على المستوى الكمى. وبالإشارة إليه بمصطلح التفرد *singularity* ، يعكس التغيرات الآنية فى الملامح الرياضية التى تحدث حين يسلك جزىء دون ذرى فجأة مثل الموجة أو يصبح لانهائيا، أو عندما تنبعث الطاقة الموجودة فى عدد صغير نسبيًا من الجزيئات فى القنبلة النووية، أو عندما تبدأ نقطة صغيرة صغرًا لانهائيا من الطاقة تتمدد إلى كتلة تصبح نجومًا أو كواكب وكل شيء آخر كما فى أثناء الشروط التى ميزت بداية الكون الحالى.

إن إحدى خصائص العلية الثنائية المقولية التى وصفها الفصل الثانى هى التمايز بين ما حدث من قبل وما حدث بعد، أى، بين العلة والمعلول. هذا التغير المفاجئ فى الحالة هو خاصية من خصائص العلية اللاخطية، سواء كان اسمها حرجية التنظيم الذاتى أو التفرد أو قمة علاقة قانون الرفع. من ناحية أخرى، لا يتراكم التغير فى الاقتراب المقولى قبل التغير المُلاحظ، بينما العكس بالعكس فى النموذج اللاخطى. تتبع العديد من الأحداث التاريخية والبدعات والأوبئة المرضية، هذا النمط فى الظهور

إذ تقع فجأة بعد فترة من التغير التدريجى وغير الملاحظ عادة أو التراكم. وبما أن الحدث يقع فجأة، يتم تعريف حدث سابق تقريبى على أنه مكونه الأولى، وهو تطبيق خاطئ للعلية المقولية. ومثال على ذلك انقطاعات الكهرباء التى شهدتها الولايات المتحدة خلال العقدين الماضيين. كثيرًا ما يستشهد بفشل محطة فرعية صغيرة على أنه المذنب المُعجل، لكن يبرهن التحليل فيما بعد أن ذلك الإخفاق وحده لم يكن بمقدوره أن يتسبب فى إخفاق النظام كله. فعليًا، لم يتم العثور على علة محددة لإخفاقات الطاقة واسعة المدى، ويقع اللوم فى النهاية على " النظام". وهكذا حين يكشف فحص الأحداث السابقة عن تراكم تدريجى من التغيرات عديدة، أو إذا تم تعريف عناصر "مدمجة" بأن لها دورًا عليًّا، يجب السعى وراء تفسير لاخطى أكثر تعقيدًا أو على الأقل يجب أخذه فى الاعتبار.

هناك تماثلات كذلك فى المظهر بين الآليات العلية اللاخطية والبعدية. ففى كل منهما، تنتج النتائج عن تفاعل عديد من الأحداث. من ناحية ثانية، فى النموذج البعدى، تتبع تلك التفاعلات نمطًا تدريجيًا تراكميًا (أو متضاعفًا) عوضًا عن نمط قانون الرفع الأقل نظامية فى النظم اللاخطية.

وكما ذكر سابقًا، إن الهدف الأولى من إدراك أى نموذج يعمل هو تنبيه الباحث عن العلية إلى أنواع العلاقات التى يجب أن يسعى وراءها بين متغيرات موضوع الدراسة والبحث. هذا لغز. هل يفسر النموذج لماذا هناك علاقة عليّة معينة، أم أنه محض وصف لما هو ممكن فى الكون الذى نعيشه؟ إن الحجة argument التى يطرحها الكتاب هنا هى "كلاهما"؛ تعكس تلك النماذج خواص أساسية للكون، ومن ثم تصف مقولات عريضة من التفاعلات، لكنها تنقل البنية والحدود القصوى إلى منطقة البحث عن تفاعلات عليّة ويمكن استخدامها فى البرهنة على وجود تلك العلاقات.

هنـاك مـسألة أخـرى تفـرض حـدودًا قـصوى للتنبـؤ فى الـنظم اللاخطيـة والتفاعلات الثنائية والبعدية كذلك، وهى الدور الحاسم الذى تلعبه أحيانًا فى النتيجة النهائية الأوجه الفريدة من المكونات الفردية. تحدث ظاهرة الموصلية الفائقـة فى ظـل ظروف محدودة جـدًا لأن البنيـة الذريـة المطلوبـة لتعزيـز هـذه الظـاهرة تعتمـد عـلى الخصائص الفريدة لبعض المعادن الأرضية النادرة وتفاعلاتها مع المركبات الأخـرى. وأمكن وضع بعض التعميمات لمكونات أخرى فور فهم المركب المكتشف أوليًا، لكن لاتزال محدودة القدرة على التنبؤ بالتكوين الخاص لمركبـات فائقـة التوصـيل أخـرى. وبالمثل تعرف حرجية التنظيم الذاتى بعد وقوعها فقـط فى مناسـبات متعـددة. وربـما سوف يضعف الفهـم الأفضل للـديناميات اللاخطيـة هـذا القيـد فى المـستقبل، لكـن الاعتماد على الخصائص الداخلية لعناصر أو مواقف معينة سوف يضفى دائمـًا ملمح عدم القدرة على التنبؤ على العلية اللاخطية وعلى المواقف التى يمكن تطبيق فيها العلة المقولية والبعدية كذلك.

إن الوجه الأخير من العلية اللاخطية الجدير بالذكر هو أنه يوفر اقترابًـا يمـزج اقترابـى " القمـة – القاعـدة top-down" و" القاعـدة– القمـة down-top". يبـدأ اقتراب القمة – القاعدة بنظرة شاملة كلية للنظام ويعرف التفـاعلات عـلى المـستوى الميكرو. أما اقتراب القاعدة–القمة من ناحية ثانية، فهو يبدأ بالعناصر الأصغر ويبنـى تفسيرًا عليًا بناء عـلى التفـاعلات عنـد المـستوى الميكـرو. مـن بـين عنـاصر اقـتراب القاعدة– القمة فى العلية اللاخطية، التى ذُكرت فعليًا، هى الأوجه الفريدة والمتأصـلة والموجودة مسبقًا فى فيزياء الجـسيمات، والجزئيـات الفرديـة، والوحـدات الفرديـة فى الأعضاء الجسدية. تشمل ملامح اقتراب القمة– القاعدة الصفات الناشئة التى تعـبر عنها علاقة قانون الرفع والعلاقات البينية الموجودة بين العناصر البنيوية التى لا يمكن الإلمام بها فى كتالوج بسيط لعناصر النظام. إن ما يميز المستوى الثالث الأرسـطى مـن

العلية البرنامجية عن العلتين المهيئة والمعجلة هو إدراكه لوجود عناصر اقتراب القمة- القاعدة وأهميتها. ومن الواضح أنه لا يقصى العناصر المهيئة والمعجلة، غير أن هذا المستوى من التحليل يضيف شيئًا ما لا يمثله أى منهما؛ شيء ما بدأ فى تفسيره نظرية الفوضى وبيولوجى النظم ونظرية الشبكات.

ألقى الضوء على فوائد مزج اقترابى القاعدة - القمة، والقمة-القاعدة الفيزيائى الحاصل على جائزة نوبل ب. دابليو. أندرسون P. W. Anderson فى عام مقال عام ١٩٧٢ حيث يلخص أطروحته كما يلى:

إن القدرة على اختزال كل شيء فى قوانين جوهرية بسيطة لا تعنى ضمنًا القدرة على الانطلاق من تلك القوانين وإعادة بناء الكون. عوضًا عن هذا، تظهر عند كل مستوى من التعقيد، خواص جديدة تمامًا، ويتطلب فهم السلوكيات الجديدة البحث... الذى يتسم بالأصالة فى طبيعته مثل أى بحث آخر.

التعميم من النظم اللابيولوجية إلى البيولوجية

ركز نقاش النظم اللاخطية حتى الآن أساسًا على الأمثلة اللابيولوجية. وعلى الرغم من أن السيرورات على مستوى النظام مثل الاستقرار الداخلى درسها علماء البيولوجى لأكثر من قرن، فقد خلق طبيعة عملها وتكوينها اهتمامًا متجددًا فى العقد الأخير. فعلى سبيل المثال، فى كتاب *أسس بيولوجية النظم* Foundations of Systems Biology (٢٠٠١) يصف هيرواكى كيتانو Hiroaki Kitano ومؤلفون آخرون عددًا من تطبيقات اقتراب النظم على بيولوجية النظم. فى الفصل الافتتاحى، يذكر كيتانو: " هناك تناظرات مثيرة للاهتمام بين النظم البيولوجية والنظم الهندسية. فكل من النظامين يحكم تصميمهما نوع ما من سيرورة التطور evolution، وكلاهما

عامة ثانويان فى مهمة معينة. كما يظهران كذلك تعقيدًا متزايدًا للوصول إلى مستوى أعلى من الصلابة والاستقرارية".

ويمضى كيتانو فى تعريف عناصر أربعة عامة تسمى " النظم الهندسية" التى تعزز الصلابة والاستقرارية ويطرح أنها قد تكون أوجهًا داخلية كذلك للنظم البيولوجية:

١- ضوابط النظامsystem controls: تشمل معظم النظم البيولوجية ضوابط *تغذية أمامية* ***feedforward***، حيث يستهل مثيرٌ معين سلسلة من الخطوات المتصلة التى تقع فى تلاحق سببى محدد مسبقًا. ونظام تجلط الدم مثال على هذا. فحين يحدث صدع فى وعاء دموى، تتفاعل الجزيئات التى انطلقت. ويثير تفاعلها بدوره خطوة أخرى. يستمر هذا التسلسل من الخطوات البيولوجية المحددة جدًا حتى تتكون الجلطة التى توقف النزيف (أو تفشل فى فعل هذا، ويموت الكائن الحى نتيجة فقد الدم). من ناحية ثانية، تلعب *التغذية المرتجعة* feedback، التى يوفر النظام، من خلالها، المعلومات لخطوات سابقة فى التلاحق السببى، مما يضبط المُخرجات حسب الشروط التى يستكشفها مراقب شغال on-line- تلعب غالبًا دورًا أكثر أهمية فى الحفاظ طويل المدى على النظام. يمكن ذكر أى عدد من الأمثلة؛ إن التحكم فى سكر الدم بإفراز الأنسولين مثال معروف.

٢- الوفرة redundancy: تتسم عديد من النظم البيولوجية بسيرورات متضاعفة أو متكررة أو بسبل pathways للوصول إلى النتيجة المرغوبة. إن التماثل الثنائى الجانب (أحد جانبى الكائن الحى هو مرآة للآخر) فى عديد من الكائنات الحية والتضاعف الناتج للأعضاء مثال عند مستوى العضو. هناك نماذج مألوفة على هذا مثل الكليتين والرئتين والعينين التى تميز كثيرًا من الثدييات.

٣- الاستقرار البنيوى Structural stability: تتمتع بعض النظم بأكثر من سبيل أو سيرورة لتحقيق الهدف المعنى. هذا يزيد من رجحان أن يحقق النظام أهدافه فى ظل بيئات متنوعة أو ظروف مختلفة. فلو أصيب أحد الأجهزة الفرعية بأذى أو تلف، أو إذا تغيرت الشروط البيئية تغيرًا كبيرًا، يزيد وجود الآليات المتعددة أو السبل من رجحان إمكانية التكيف أو التغلب على الظروف المتنوعة. فعلى سبيل المثال، يتمتع نظام المناعة البشرى بمكون "شغّال on-line" موجود فعليًا، ومكون مضاد حيوى محفز للاستجابة للغزاة الأجانب. تتمتع بعض الكائنات الحية بسبل متعددة وتستفيد منها فى الظروف البيئية المختلفة. وتحقق النظم ذات الوفرة الهدف نفسه، لكنها تفعل هذا بأكثر من عضو/ سبيل مماثل أو مكافئ. (أحد الانتقادات التى وجهت للمفاعل النووى تشيرنوبل هو أنه لم يتمتع بالسبل المتعددة لحمايته من الحرارة الفائقة، لذلك كانت الكارثة حتمية مع إخفاق النظام الوحيد).

٤- تصميم معيارى: إن تغليف أو تجمع عناصر النظام الفرعى الفردية وانفصالها عن النظم الفرعية الأخرى والعناصر الأخرى يتمتع بفوائد عديدة. فهو يستطيع أن يحدد التلف حين تحدث المشكلات بأن يقلل من رجحان أن ينتشر التلف إلى النظام كله. يسمح التصميم المعيارى كذلك فى حالة حدوث تلف بسهولة استبدال به عمليات مُحسِّنة، وبتعزيز تطورها بأن يزيد إلى الحد الأقصى من أثر التغير داخل الوحدة. إن المعيارية من خلال عزل العناصر الحرجة، تقدم آلية لتطوير " تحديد- المعدل rate-limiting" أو التحكم فى الخطوات التى يدخل من خلالها عديد من المدخلات المتنوعة. هذا يوفر بدوره آليات لرفع ضبط المخرج إلى حده الأقصى. فعلى سبيل المثال، يؤدى الكبد وظيفة التخلص من السموم لأنه يحتوى على خلايا تهضم أو تكسر

العناصر المركبة من خلال آليات مختلفة متعددة. تصل هذه الوظيفة إلى الحد الأقصى لأن أوعية الدم منظمة بحيث تضمن تدفق نسبة مئوية كبيرة من الدم خلال الكبد مع كل مرة تكتمل فيها دورة الدم فى الجسم. لهذا، يعد الكبد وحدة تخلص من السموم تتكون من اقترابات فريدة عدة ومميزة لأداء مهمة التخلص من السموم. وبالمثل، فإن إفراز البنكرياس للأنسولين خطوة حاسمة فى الحفاظ على إمداد الجسم إمدادًا مستمرًا بمصدر الطاقة وهو الجلوكوز- هذه العملية تتم تحت سيطرة سلسلة من الآليات تستكشف من خلالها مجاسات الجسم التى توفر الوقود (جلوكوز الدم) وتسيطر على كمية الأنسولين التى ينتجها البنكرياس. يتجمع معًا " المجسات sensors" والخلايا التى تفرز الأنسولين. ويرفع هذا القرب على الأرجح إلى الحد الأقصى دقة التحكم المطلوب للوصول إلى الطاقة بسرعة جدًا ويمنع فى الوقت نفسه السمية التى تلازم حالة ارتفاع نسبة الجلوكوز أو انخفاضه فى الدم بمعدل كبير.

إن أمل بيولوجى النظم هو أن البرهنة على تلك العموميات المشتركة عبر الأنواع والأجناس والمهالك، وعبر التجريدات البيولوجية كذلك مثل النظم البيئية والكوات البيئية، لن يصف الطبيعة فقط، سوف يقود كذلك إلى اكتشاف الآليات التى تبطن نشاطات النظام كله. حقق حقلان علميان بعض التقدم فى هذا السياق وهما علم الوراثة والمتعضيات. فعلى سبيل المثال، تبرهن دراسة حديثة قام بها جافن A.C. Gavin عن كل بروتينات خلايا الخميرة أن " الآلية" الجزيئية داخل الخلايا المنتجة للبروتين تتجمع فى ٢٥٧ مجموعة فريدة، وهو مثال على الوحدات عند مستوى العملية الخلوية cellular processing. يعد بيولوجو النظم أن دراسة تلك

الوحدات، كيف تتلاءم معًا وكيف تتلف على السواء، سوف يتعزز بدراسة كيف تتفاعل تلك الوحدات معًا. وفى دراسة أخرى استخدم سى. بال C. Pal وزملاؤه نمذجة كمبيوترية يتم من خلالها "تعريض" كائنات حية قديمة تكرارًا لشروط بيئية محددة، ووجدوا أن من الممكن التنبؤ بالتركيب الجينى الحالى للكائنات بدقة تصل إلى ٨٠٪. ترفع تلك الدراسات من نسبة إمكانية تعريف (عند مستوى النظام) مبادئ البيولوجى والمعرفة المتقدمة عن كيف تعمل عند مستوى تطور الأنواع.

يسعى بيولوجو النظم لتعريف الملامح التنظيمية التى تلبى معايير العلية البرنامجية؛ إذ إنها تعتمد على بيانات بعدية ومقولية فى طبيعتها، لكنها تسعى إلى تعريف آليات أكثر اتساعا تعمل عبر النظم البيولوجية المتعددة عوضًا عن النظم الوحيدة. إن هذا المزيج من التحليلات عند مستويات متعددة هو إحياء لمعنى العلية الأرسطية.

التنظيم الذاتى

تناول سكوت كامازين Scott Camazine ومؤلفون آخرون اقترابًا مختلفًا إلى حد ما لنظرية الشبكات فى النظم البيولوجية، وظهر ذلك فى كتابهم *التنظيم الذاتى فى النظم البيولوجية* *Self Organization in Biological Systems*. لقد بدأوا بتعريف *التنظيم الذاتى* بأنه " سيرورة ينشأ بها نمط عند المستوى الكلى فقط من النظام، نتيجة تفاعلات عدة بين مكونات المستوى_الأدنى من النظام. وعلاوة على ذلك، تنفذ القوانين المختصة بالتفاعلات بين مكونات النظام باستخدام معلومات موضعية local فقط، دون الرجوع إلى النمط الكلى".

وفى الوقت الذى أقر فيه كامازين وآخرون بالعموميات بين قوانين الفيزياء وأنماط البساطة simplicity التى تبطن النشاط البيولوجى المعقد، فقد أكدوا اختلافين رئيسيين بين السلوكيات الناشئة فى النظم البيولوجية والفيزيائية. أولهما،

يوفر وجود الضوابط الجينية فى النظم البيولوجية مجموعة من الأوامر التى تعمل على " تناغم" قوانين التفاعل؛ وهو مستوى من التحكم تفتقده عديد من النظم الفيزيقية. ثانيهما، تميل النظم البيولوجية إلى تعقيد أكبر من النظم الفيزيقية لأنها تتكون من عدد ضخم جدًا من الوحدات أو العناصر المتفاعلة.

يواصل كامازين فيعرف خمس خصائص توضح نظم التنظيم الذاتى:

١- التغذية المرتجعة الإيجابية والسلبية.

٢- التفاعلات بين مكونات المستوى الأدنى.

٣- التناغم الدقيق بين الملامح الناشئة.

٤- التنسيق من خلال الوسط (stigmergy) (نشاط سابق يوجه نشاطًا ما عوضًا عن برنامج خارجى يقوم بالتوجيه، على سبيل المثال، بناء عش أو خلية نحل بغصين موجود فعليًا.)

٥- لامركزية التحكم.

تشترك هذه القائمة مع مبادئ نظم التحكم المتأصل التى وضعها كيتانو التى تضبط التغير فى البيئات الداخلية والخارجية وتتكيف معه (١، ٢، ٥). إنها تضيف الملمح البرنامجى للخواص الناشئة والآليات التى يمكن من خلالها أن تتكيف أو تندمج مباشرة فى مخرجاته عناصرُ الصدفة التى توجد فى البيئة التى تقوم بوظائف حاسمة (على سبيل المثال، شكل الغصينات المستخدمة فعليًا). كما تطرح أن فى حالة ما أصبح بيولوجى النظم فرعًا علميًا مستقلاً فسوف يحتاج إلى توضيح آليتى النشوء والتنسيق من خلال الوسط.

انبثق اقتراب آخر نحو دراسة سؤال: كيف تتفاعل الوحدات الفردية لتشكل نظماً نتيجة بحث أجرى في ستينيات القرن الماضى على يد عالم النفس ستانلى ميلجرام Stanley Milgram وعالم الاجتماع مارك جرانوفيتر Mark Granovetter. لقد برهنا على أن التفاعلات بين البشر ليست مقصورة على الأزواج الفردية من الأفراد ولا تحدث عشوائيا. بالأحرى، تميل الأفراد إلى التفاعل فى مجموعات أصبح يطلق عليها "عوالم صغيرة". تتصل تلك المجموعات من حين لآخر بمجموعات أخرى فيما يسمى " حدود ضعيفة weak limits." إن ما يثير الدهشة فيما يخص بحثهما هو اكتشاف أن تلك " الحدود الضعيفة" تلعب أدوارًا مهمة فى حيوات البشر. وجد جرانوفيتر على سبيل المثال أن الصلات الضعيفة مثل المعارف الثانوية هى المصادر العامة للعثور على وظيفة، على الرغم من أن الأغلبية الواسعة من التفاعلات التى يقوم بها الناس تحدث فى عالم صغير من الأصدقاء والأقارب.

ومع حلول تسعينيات القرن الماضى أعلن ستيفين ستروجاتز ودوكان واتس Steven Strogatz and Duncan Watts عثورهما على علاقات عالم صغير وحدود ضعيفة مماثلة فى شبكات الطاقة الكهربائية الضخمة التى تلعب دورًا حاسماً فى حياتنا اليومية المعاصرة وفى الشبكات العصبية فى الدودة الخيطية الربداء الرشيقة C. elegans، وهى متعضية تمت دراستها بتوسع ورسم خريطة كاملة لجهازها العصبى مع أوائل تسعينيات القرن الماضى. وقد طرحا أن تماثل الملامح التنظيمية فى البنى المختلفة تماما مثل الشبكات العصبية وشبكات الطاقة والتفاعلات البشرية، يثير إمكانية أن هناك مستوى من التنظيم فى الطبيعة لم يدرس بعد.

زود تطور الشبكة العنكبوتية العالمية World Wide Web لاسازلو باراباسى وزملاؤه بمناهج جديدة ونماذج جديدة لتعريف الآليات التى تعمل بها النظم. وعلى

غرار جرانوفتر وميلجرام، وجدا أن عددًا صغيرًا من المواقع الإلكترونية (المركزية) ترتبط ارتباطا واسعا بأخرى، فى حين أن معظم المواقع الإلكترونية (فرعية) تتمتع بروابط قليلة جدا. بالإضافة إلى هذا، وجدا أن توزيع الصلات بين كل المواقع الإلكترونية تتبع توزيع قانون الرفع. درس تبعا لهذا باراباسى وزملاؤه عددًا من النظم الاقتصادية والسياسية والبيولوجية وبرهنوا على أنه يمكن وصف عديدين على غرار النمط ذاته؛ ما أسموه " المقياس الحرScale- Free". وبهذا المصطلح يعنون أن هناك عددًا قليلاً من الشبكات المركزية المتحكمة ولذلك تتمتع بدور بارز فى تحديد عمليات النظام كله ونتائجه. إن اكتشافهم عددًا قليلاً من الشبكات المركزية التى ترتبط ارتباطًا واسعا جدا يفصح عن الآليات التى تلعب من خلالها عدد صغير من الشبكات المركزية أدوارًا رئيسية فى النظم المتناثرة.

إن النمو الأسى للشبكة العنكبوتية العالمية خلال فترة وجيزة فى التسعينيات وبداية الألفية الثانية وفر كذلك لباراباسى وزملائه نظامًا نموذجيًا لدراسة آثار *الزمن والتوقيت*؛ وهما متغيران تم التغاضى عنهما فى النمذجة العلية. وفى سياق دراسة كيف يؤثر إضافة روابط جديدة على تطور/ نمو الشبكة، توصلوا إلى أن المواقع الأولى تتمتع بميزة بقاء متميزة لأنه كان من الأسهل عليها أن تقيم ارتباطات واسعة حين كان هناك مواقع أقل. وإذ أصبحت تتمتع بارتباطات واسعة فى وقت مبكر فى عملية التطور، فهذا يرفع من نسبة رجحان أن يصبح الموقع متمتعًا بارتباطات أكثر مع مرور الزمن. وهذا هو السبب فى أن عددًا قليلاً من المواقع والصلات التى تشكلت فى مرحلة تالية من عملية التطور أصبح شبكات مركزية. هذا الاكتشاف أعاد إحياء ادعاء طرحته نظرية الفوضى بأن الشروط المبكرة تلعب دورًا غير متباين فى تشكيل الأحداث التالية. من ناحية ثانية، أظهر باراباسى وزملاؤه أن الأحداث التالية تلعب فعليًا دورًا فى تشكيل البنية وأن الميزة التى تكتسبها لكونها شبكة مبكرة مساهمة يمكن تجاوز الدور لو تمتعت الشبكات الجديدة بميزات متميزة تفوق الشبكات المركزية الموجودة.

إن ظهور جوجل محرك بحث بعد عدة سنوات على اكتشاف المحركات الأخرى مثال على النقطة الأخيرة.

إن أحد تضمينات اعتماد الشبكات على مواقع مركزية قليلة نسبيًا تتمتع بارتباطات كبيرة هو أن إزالة أو تدمير بعض المواقع المركزية المهمة يمكن أن ينجم عنه نتيجة مدمرة تؤثر على فاعلية النظام الكلى. وكما برهن إخفاق شبكة الطاقة الكهربائية، يمكن أن ينجم إخفاق واسع النطاق عن إغلاق عدد صغير من المواقع المركزية (وحدات)، خصوصا لو أن الشبكة مصممة بطريقة لا يمكن من خلالها استدعاء النظم البديلة (نظم الوفرة أو المتكررة أو البدلية) لتولى المهمة. وفى حين أن هذا لا يثير الدهشة (انسداد شريان واحد فى القلب يمكن أن يتسبب فى تعطل وظيفة القلب بوصفه مضخا يؤدى إلى موت الكائن الحى خلال دقائق)، فإن تعريف هذا على أنه مبدأ على/ توصيفى، يساعد فى شرح لماذا يمكن أن تحدث تغيرات كبيرة خلال فترات زمنية صغيرة حين كانت تتراكم التغيرات الصغيرة خلال فترة أطول من الزمن. إن أحد الأمثلة على هذا هو نظرية التقطع فى التطور[1] Punctuated theory of evolution التى قدمها إلدردج وجولد Eldridge and Gould، حيث يحدث تغير تطورى سريع بعد فترات طويلة من التغير التراكمى التدريجى التى تطرحها نظرية داروين. إن " الشخص العظيم" أو اقتراب الحدث-الفريد نحو دراسة التاريخ، حيث تعز التغيرات العظيمة إلى أحداث فريدة أو أفراد بعد تراكم تدريجى لعديد من الأحداث وعمل عديد من الناس عبر فترة زمنية أطول هو مثال آخر. إن هذين المثالين توضيح للنماذج العلية التى تمزج استبصارات النموذج الناشئ اللاخطى فى نظرية النظم مع تلك التى تتمتع بها النماذج البعدية والمقولية.

---

(١) يشير إلى نظرية التوازن المتقطع أو الحدى فى التطور Punctuated equilibrium of evolution.

ملخص

ظهر نموذج جديد للعلية خلال القرن الماضى؛ إذ تقدم حقول المعرفية الثلاثة من البحث: نظرية الفوضى وبيولوجى النظم ونظرية الشبكات التى قدمها هذا الفصل بيّنة متقاربة على أن هذا النموذج الناشئ أو أن العلة اللاخطية يظهر فى بنى مختلفة مثل الطقس وتنظيم البروتين وانتشار المرض وسلوك الجماعة. وعلى الرغم من أن كلا من تلك الحقول المعرفية أكد عناصر مختلفة (وكل منها لايزال تحت التطوير)، فإن الملامح التى تتقاسمها تطرح أن هذا النموذج من العلية يتصف بالخواص التالية:

١- تأثير متعاظم للشروط الأولية.

٢- النمطية Modularity أى تجمعات من العناصر فى النظم الوظيفية، حيث تتفاعل داخلها العناصر تفاعلاً أوليًا مع بعضها (مثل: العوالم الصغيرة والوحدات والمواقع المركزية).

٣- صلات/ روابط بين أجزائه وبنياته تعزز كلاً من القدرة على تحمل التغيرات والاستفادة من الاقترابات البديلة لو أن هذا سوف يعزز من بقاء النظام (نظاما التغذية الأمامية والرجعية، والوفرة، والسبل البديلة مع نتائج مشابهة)

٤- علاقات المقياس الحر أو قانون الرفع بين عناصره.

وكما ذكرنا سابقا، فإن مفهوم النظم ليس جديدًا وظهر فى عديد من الأشكال؛ إذ أكد الفكر الشرقى طويلا على الصلة البينية بين عديد من عناصر الطبيعة. ويحتوى المستوى الثالث من النموذج العلى الأرسطى، فى الأصل ومعدلا فى الفصل الأول على السواء، على فكرة أن من الممكن أن تنشأ العلية نتيجة تفاعلات عدد من عناصر النظام. وأثارت فكرة برنارد عن الاستقرار الداخلى وجود النظم الفيزيولوجية التى تعزز الاستقرار فى مواجهة الظروف المتغيرة. إن وجود عديد من الفروع الفرعية فى

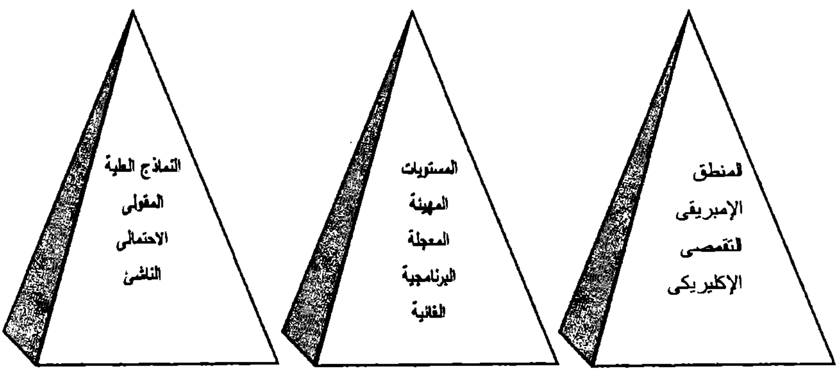
العلوم الفيزيقية (من دون الذرة إلى الميكروسكوبية) والبيولوجية (من الجزىء إلى الإيكولوجى) يطرح كذلك وجود مستويات مختلفة من التحليل، لكن من ناحية ثانية لابد من وقوع تفاعلات بين تلك المستويات. وسواء كان هذا نموذجًا جديدًا من العلية حقا أو مجرد توكيد على أوجه معينة فى النماذج الموجودة من الاستدلال فهى نقطة لا تزال تقبل النقاش، لكن لو حسنت الأدوات الجديدة التى طورتها الفروع العلمية التى تدرس النظام تحليل العلية وقدمت فهمًا للطبيعة لا يمكن اكتسابه من خلال النماذج الأخرى، فهذا يدعم الادعاء الثورى بأن هذا فعليا نموذج مفاهمى جديد من الاستدلال العلى.

الفصل السادس

الإمبريقى: العلوم الفيزيقية

نجح العلم فى اكتشاف قدر كبير عن العالم وكيف يعمل، لكنه مشروع إنسانى وفوضوى ومعرض للخطأ ومرتبك تمامًا، وعوضًا عن أن يستخدم منهجًا عقلانيًا متفردًا غير متاح للباحثين الآخرين، لايزال يستخدم أكثر المناهج العادية فى البحث الإمبريقى.

سوزان هاك[1]



(١) Susan Haack (١٩٤٥ -) أستاذة العلوم الإنسانية .

بما أن كثيرًا من الأحداث والأشياء التى تدرسها العلوم الفيزيقية يمكن ملاحظتها ومعالجتها وقياسها بسهولة، تشتمل الكيمياء والفيزياء على بعض من أفضل النماذج الراسخة على الاستدلال العلى. ولعل هذا هو السبب فى أن علماء مثل جاليليو وإينشتين لم يؤثرا على فهمنا الحالى عن كيف يعمل الكون فقط، كذلك على عملية بناء مفهوم الواقع والعلية. يستعرض هذا الفصل ثلاثة مفاهيم طورها خلال القرن العشرين علماء الفيزياء والكيمياء والرياضيات- نظرية النسبية؛ وميكانيكا الكم؛ ومبرهنات عدم الاكتمال- مفاهيم أثرت تأثيرًا هائلاً على عملية بناء مفهوم العليّة المعاصر وتجب دراستها والتفكّر بها مع بناء أى اقتراب عام نحو الموضوع. يفحص هذا الفصل كذلك تطور نظرية الصفائح التكتونية نتيجة سلسلة من الاكتشافات فى علم فيزياء الجيولوجى بعد فترة طويلة من الشك فى صلاحيتها التطبيقية، لقد أصبحت هذه النظرية مقبولة على نطاق واسع على أنها التفسير العلى لظواهر جيولوجية متنوعة مثل القارات والزلازل والجبال.

هذا الفصل، سوف يستعرض كذلك بعمق أكبر ثلاثة مفاهيم ذُكرت فعليًا: الأول: هناك حدود قصوى للمعرفة التى يستطيع الشخص اكتسابها أيًا كانت التقنيات التى يستخدمها فى هذا الصدد. الثانى: من الضرورى فى بعض الأحيان تطبيق أكثر من اقتراب أو وجهة نظر لتعريف التأثيرات العليّة بقدر ما أمكن من الدقة. الثالث: تنتج العليّة فى عديد من النظم الفيزيقية المعقدة عن تفاعل عناصر متعددة أكثر من تفاعل حدثين فرديين.

ظهر كل من مكيانيكا الكم ونظرية النسبية فى بداية القرن العشرين إثر محاولة الفيزيائى الألمانى ماكس بلانك Max Blanck شرح انحرافًا لاحظه حين كان يدرس إشعاع جسد أسود، وهى ظاهرة تتولد فيها الحرارة (الطاقة) حين تتموضع صحيفتان معدنيتان على مقربة كبيرة من بعضهما. إن الانحراف الذى حير بلانك كان تولد مزيد

من الطاقة أكثر مما تتنبأ به النظرية السائدة حينذاك بأن الضوء والطاقة موجات. أظهر بلانك رياضيًا إمكانية شرح الحرارة " الإضافية" لو احتوت جيوبُ طاقة غير منقسمة أو كونتا (كميات) الطاقة بدلا أو عوضًا عن الموجات. واستهل هذا الاكتشاف حقل مكيانيكا الكم. وقام بلانك ونيلز بوهر Niels Bohr وآخرون بصقله وتعديله خلال النصف الثانى من القرن العشرين، ولايزال هذا الحقل يساهم بفاعلية فى فهمنا لعلم الكون. وعلى الرغم من أن تفاصيل فيزياء الكم لا تمت بصلة لنقاشنا الحالى، فإنه كان لعديد من اكتشافاتها تأثير كبير على الأفكار الحالية فى العليّة وسوف نذكرها فى هذا الفصل.

اللاتعيين: ليس من الممكن تحقيق المعرفة المطلقة فى العلوم الفيزيقية.

كما ذكر فى الفصل الأول، ورنر هايزنبرج فى عام ١٩٢٩ ما أصبح معروفًا باسم مبدأ اللايقين لهايزنبرج:

ليس من الممكن أن نعرف مكان وحركة (سرعة) جزيء دون ذرى. ولا يمكن تحقيق قياس أحدهما إلا بالتأثير عليه وهذا بدروه ينبه الآخر.

إن المعنى المتضمن المثير للاهتمام فى هذا المبدأ هو عدم إمكانية، على الأقل فى عالم مادون الذرة فى الفيزياء الكمية، معرفة " كل شيء" عن الحدث أو الشيء، لأن قياس خاصية سوف تستنفر حتمًا الأخرى. وبناء عليه ليس من الممكن تحقيق وصف دقيق تماما ويمكن تقديره فقط.

يبدو معقولاً أن نسأل: هل هذا ينطبق على مستوى دون الذرى فقط أم يمتد إلى العالم الميكروسكوبى لخبرتنا اليومية؟ لاتزال هذه المسألة محل بعض الخلاف، لكن لايزال تعريف حد أقصى للمعرفة الدقيقة دقة مطلقة قويًا وفعالاً وقد أثر عميقًا على عملية بناء مفهوم العليّة المعاصرة.

بعد عامين من إعلان هايزنبرج مبدأه، برهن كيرت جودل Kurt Gödel على أن هناك كذلك حدودًا قصوى للمعرفة فى حقل الرياضيات؛ إذ كان جودل يفحص المحاولة الفاشلة التى قام بها الفيلسوفان/ الرياضيان البريطانيان برتراند راسل Bertrand Russell وألفريد نورث وايتهد Alfred North Whitehead فى كتابيهما *مبادئ الرياضيات* ***Principia Mathematica*** (الذى نشر بين عامى ١٩١٠-١٩١٣) لاشتقاق كل المنطق الرياضى من مجموعة من المبادئ الأساسية، وهو هدف علماء الرياضيات منذ اليونانيين القدماء. وقدم جودل دليلاً رياضيًا، أصبح معروفًا بمبرهنات عدم الاكتمال، يبرهن على أن:

من المستحيل وصف نظام رياضى يمكن اشتقاق كل الصيغ فيه من مجموعة معطاة من القوانين أو الافتراضات.

إن ما يعرفه مبدأ اللايقين لهايزنبرج ومبرهنات عدم الاكتمال لجودل إذن هو الحدود القصوى التى تسمى المعرفة المطلقة فى علمى الفيزياء والرياضيات. ويتعلق هذا الادعاء بأن هدف المعرفة *الكاملة* هدف غير قابل للتحقق- يتعلق بكل فروع العلم وحقوله، بما أن المادة هى المكون الأساسى للكون والرياضيات هى الأداة الأساسية لشرح علاقات عناصر بناء Building Blocks المادة مع بعضها. وفى سياق أغراضنا الحالية من النقاش، لايقل هذا الادعاء قوة عن الذى طرحه ديفيد هيوم فى أواخر القرن الثامن عشر بأن هناك حدودًا قصوى تسمى المعرفة العليّة.

من المهم أن نلاحظ أن تلك الحدود القصوى التى تقيد القدرة على قياس الطبيعة لا تنص على ولا تعنى ضمنًا أن الحصول على معلومات مضبوطة صعب المنال أو أن من المستحيل معرفة موضوع ما بقدر كبير. إن الدقة الهائلة المطلوبة لهبوط مسبار فضائى فوق كويكب إروس Eros والقدرة على قياس طاقة الجسيمات دون الذرية هى أمثلة فقط عن مدى دقة الحسابات الرياضية والتنبؤات المشتقة منها والتى يمكن

تحقيقها. ومع ذلك إن ما يخبرنا به مبدأ اللايقين ومبرهنات عدم الاكتمال هو: فى أى موقف معطى أو نظام معطى، هناك دائما حقائق غير معلومة.

ويجب ألا يدهشنا حقيقة أن هناك حدودًا قصوى للمعرفة. كان أحد أعظم اكتشافات القرن الخامس عشر هو بيان كيبلر Kepler بأن الكواكب تتحرك فى مدارات إهليجيلية حول الشمس. لقد أظهر أن المعادلات البسيطة يمكن أن تصف حركة الكواكب وتضع تنبؤات دقيقة عن مكانها فى المستقبل القريب على السواء. من ناحية ثانية، ارتكنت تلك التنبؤات، مثل المشتقة من قوانين الجاذبية لنيوتن، إلى افتراض أن الجاذبية تعمل على جسمين: الشمس والكوكب محل الدراسة. وليس من الممكن، حتى فى وقتنا الحالى، أن نصف –رياضيًا– كل القوى المنخرطة فى تفاعل ثلاثة أجسام، وتزداد عدم الإمكانية أكثر بين أربعة، وأكثر بين عشرة أو ألف " جسيم" أو جسم سماوى. ولعله من الخطأ أن ننص على عدم إمكانية تحقيق هذا أبدا، لكنه بالتأكيد ليس من المرجح بشدة تحققه فى المستقبل القريب وقد لا يحدث أبدا.

هل من الضرورى أن يرشدنا وجود تلك الحدود القصوى التى تقيد قدرتنا على اكتساب معرفة دقيقة تمامًا؟ مطلقا. إن ما يخبرنا به عديد من النجاحات الهندسية والعلمية لهذا العصر وما سبقه (يأتى ذكر بعضها فى الفصول التالية)؛ حيث إننا نستطيع أن نضع تنبؤات علية دقيقة جدًا على الرغم من عجزنا عن الوصول إلى معرفة مطلقة. وكما ناقش الفصل الثالث، تتسم تلك الحسابات بهامش خطأ، لكن دقتها استثنائية.

إن أحد الدروس المهمة والمثيرة للسخرية إلى حد ما التى تعلمناها من مبدأ اللايقينية، ومبرهنات عدم الاكتمال، والقدرة المحدودة على التنبؤ بتفاعلات عدة أجسام مع بعضها هو أن إدراكنا لذلك القيد الذى يحد قدرتنا على المعرفة يمكن أن يكون محفزًا لتطوير مناهج تزيد دقة ما هو قابل للقياس وللمعرفة، ومناهج لقياس ما هو مجهول وما لا سبيل إلى معرفته كميًا؛ ومحفزًا لتعريف المناطق التى يمكن تحقيق

التقدم المعرفى بها. وربما على غرار النساجين الذين يدمغون خطأ فى كل سجادة إقرارا بنقصهم وعدم كمالهم، يتمتع هؤلاء الذين يقرون بعدم كمالهم بوصفهم بشرا بحرية أكبر فى البحث عن ما هو قابل للمعرفة.

بتطبيق تلك الأفكار على البحث عن العلية، يبدو أن كلاً من هيوم وأرسطو محقان. كان هيوم محقًا فى القول بأننا مقيدون فى بحثنا عن اليقين العلى، ومحقا كذلك فى ملاحظته بأننا يمكن أن نقوم بخطوات معينة لتحسين دقتنا البحثية. وكان أرسطو محقًا فى ادعائه بأننا نستطيع أن نُعرّف العلل، وفى اقتراحه أن الاختلافات فى الدقة ربما تسمى المستويات المختلفة من العليّة.

ومن الواضح أن معرفة درجة اللايقين الموجودة فى أى ظرف معطى هى معلومة قوية، وأن تطور المناهج الإحصائية لوصف درجة اللايقين وتقديرها هو تقدم مهم فى العديد من مناطق العلم التطبيقى والاسكتشافي exploratory science . إذا اقترب اليقين من ١٠٠٪، تتوفر إذن إمكانية إثبات العلية بدرجة عالية جدًا من الرجحان. وإذا كان مستوى اللايقين مرتفعًا، فمن المرجح إذن أن هناك عللاً أخرى أو متعددة. ومن الواضح أن تحقيق يقين مطلق عن العلية فى تلك الفروع العلمية التى تعمل بها العلاقات الرياضية والقوى الفيزيائية ليس ممكنا. وكما سنرى فى الفصل الحادى عشر، أدمج الطب والقانون حتمية اللايقين inevitability of uncertainty فى الممارسة اليومية بأن أدمج تقديرات هذا اللايقين فى أدائهما اليومى.

المطلقات فى عالم لاحتمى: ثنائية الضوء والمادة

قدم إسحاق نيوتن إسهامات عديدة مهمة إلى المعرفة العلمية. من بينها محاضراته عن البصريات، التى ألقاها بين ١٦٩٩ و١٦٧١، ونشرت فى عام ١٧٢٩. لقد برهن فيها، من خلال مجموعة أنيقة من التجارب التى تستخدم المؤشو الضوئى،

بأنه يمكن شرح عديد من خواص الضوء لو أنه يتكون من مجموعة من الموجات. إن اللون، مثلاً هو خاصية أطوال موجة wavelengths مختلفة. وفى تجارب أجريت فى القرن التاسع عشر، حيث تمت ملاحظة أنماط من تداخل أو تراكب موجات الضوء حين يمر الضوء عبر شقوق صغيرة جدًا فى شعرية، استطاعت فرضية الخواص الموجية للضوء أن تشرحها، وهذا بدوره عزز نموذج نيوتن.

من ناحية ثانية، البرهان الذى قدمه ألبرت مايكلسون Albert Michelson وإدوارد مورلى Edward Morley فى أواخر القرن التاسع عشر بأن سرعة الضوء متساوية فى جميع الاتجاهات- دفع هذا البرهان إينشتين إلى اقتراح أن الضوء يتمتع كذلك بخواص الجسيم. هذا التناقض الظاهرى، أن الضوء يتمتع بخواص *كل* من الموجة والجسيم، أوحيا إلى إينشتين ونيلز بوهر أن النموذج الذى يختاره الشخص لشرح خواص الضوء يعتمد على نوع النشاط الذى يهتم بملاحظته الراصد/ الباحث: فعلى سبيل المثال، أن الضوء المسافر خلال الفراغ يتصرف مثل الجسيم، غير أن الضوء الذى يعبر شعرية يتصرف مثل موجة. من ناحية ثانية لم يكن هذا الحل الجذرى المعارض للحدس مجرد توافق مناسب لشرح مفارقة الطبيعة؛ بالأحرى، هذا النموذج كما يؤكد بوهر، يصف الطبيعة المتأصلة للضوء. أسمى الظاهرة ***التكامل complementarity***، للتوكيد على أن *كلاً* من عمليتى البناء المفاهيمى ضروريتان لشرح الخواص المتنوعة للضوء؛ وأن النموذج الثنائى يعطى صورة أشمل لطبيعته الجوهرية من أى منهما وحده.

يتمتع التكامل بتضمينات عميقة بالنسبة لمفهوم العلية، على الأقل فى سياق عمله فى العالم تحت الميكروسكوبى، لأن الادعاء بأن ما يُسبب أو يُعيّن سلوك الضوء جزئيًا هو نوع الظاهرة التى يهتم الإنسان الراصد/ الباحث فى فحصها سوف تبدو متناقضة مع كل من خبرتنا واعتقاد أفلاطون بأن الخواص الجوهرية للشىء إستاتيكية،

ومع اعتقادنا بأن البنى الأساسية للطبيعة راسخة وثابتة إلا إذا استنفرتها ظروف خارجية. وعلى الرغم من أن هذا المفهوم المعارض للحدس يتحدى خبرتنا اليومية ويقوضها، فإن المجتمع الفيزيائى لا يزال يقبله مفهومًا دقيقًا بقدر ضرورته فى تفسير الخواص المرئية للضوء.

هناك فكرة أخرى معارضة للحدس ظهرت فى الوقت نفسه وهى معادلة إينشتين الشهيرة ط = ك.س^2 (حيث ط = الطاقة؛ ك = الكتلة؛ س = سرعة الضوء[١]). وبما أن سرعة الضوء ثابتة، أى رقم لا يتغير أبدا، فإن الطاقة والكتلة متكافئان؛ وفور أن تعرف كم الطاقة، سوف تعرف الكتلة، والعكس بالعكس. من ناحية ثانية، تؤدى هذه الصيغة البسيطة أكثر من مجرد وصف قابلية التحويل المتبادلة للطاقة والكتلة. إنها فى الحقيقة، تدمج مفهومين تدل على اختلافهما الخبرة اليومية فى خاصية أساسية واحدة للطبيعة. وعلى الرغم من أن هذه الفكرة تختلف مفاهيميًا عن ثنائية الضوء، فإنها تبين أننا نحتاج حتى فى الحياة اليومية إلى بنيتين، الكتلة والطاقة لشرح بعض من عناصر البناء الأساسية للطبيعة.

إن هذه الفكرة- من المحتمل أن يكون هناك أكثر من وجهة نظر لشرح الموقف أفضل- هى إحياء لاعتقاد أرسطو أن من الأفضل أحيانًا بناء العلية باستخدام أكثر من مستوى من نموذجه العلى.

يعكس مفهوم الجسيم للضوء والطاقة وصفًا ثنائيًا موجودًا- غائبًا للطبيعة؛ أى، عملية بناء مفاهيمية مقولية وثنائية. وعلى النقيض، تتبع تمثيلات الطاقة والضوء الشبيهة بالموجة الوصف الاحتمالى؛ إذ يتم وصف أماكن تركزات الطاقة تلك بمصطلحات الرجحان عوضًا عن المطلقات. هذا يوازى وصفنا للعلة على أنها عملية

---

(١) E = mc2.

بناء مفاهيمية مقولية أو احتمالية تابعة. وبما أن كلا من الاقترابين يساهمان فى الفهم الأساسى والجوهرى للفيزياء الحديثة، فمن الممكن فهمهما على أنهما نموذجان- مقولى واحتمالي- على السواء يساهمان فى وصف العلية.

هناك تضمين آخر مهم للتكامل أو الثنائية فى النمذجة العلية وهو أن اللاحتمية لا تكافئ العجز عن تحقيق الدقة. فى الحقيقة، أدى وصف الضوء بوصفه جزيئا أو موجة ووصف تكافؤ الطاقة والكتلة ووصف الطبيعة الاحتمالية للعالم الكمى إلى إحراز تقدم بعيد المدى فى المعرفة، وتم تعريف ووصف خواص محددة من تلك الأفكار العلمية وقياسها كميًا. لا تثير الثنائية تحديات ما، بل إنها قابلة للمعالجة والتناول. وعلى غرار اللاحتمية، يزيد فهم الحدود القصوى للمعرفة القدرة على الوصف بدقة، والأهم يبرهن على دقة تنبؤات النموذج. يمكن أن نعتبر هذا إسهامًا آخر للاستدلال الاحتمالى وقوة يتمتع بها.

من ناحية ثانية، لا يخلو التعقيد من مشكلات، وينتشر واسعًا الاعتقاد بأن البساطة جمال، حتى بين صفوف العلماء. استوجب على بعض أكثر الفيزيائيين بروزا ومكانة خلال الخمسة وسبعين عامًا الماضية اختيار الجمال ("البساطة جمال" قول مأثور يشير فى بعض الأحيان إلى " قانون القصد/ الجهد الأقل Law of parsimony" أو " موسى أوكام" اسم قسيس فى القرن الرابع عشر.) سببًا للإيمان بأن " نظرية الحقل الموحد unified field theory" تبطن قوى الطبيعة الأربع ومن الأجدر بحثها لأنها تشير إلى النزعة الإنسانية فى تعريف البساطة على أنها صفة متأصلة فى الطبيعة. من المفترض أن تهدأ القيمة العالية التى يضفيها بعض العلماء على البساطة والجمال من غضب هؤلاء الذين يصفون الاقترابات السردية (الفصل التاسع) بأنها عشوائية أو متدنية.

تطورت نظرية النسبية وميكانيكا الكم بالتوازى فى بداية القرن العشرين، وأثرتا تأثيرًا عظيمًا على أجندة البحث فى الفيزياء حينذاك. علاوة على ذلك، استطاعتا فى حد ذاتيهما إلى جانب الأفكار المشتقة عنهما مثل السفر عبر الفضاء والثقوب السوداء ونظرية الانفجار الكبير أسر خيال الناس والتأثير على إدراك الناس للعالم. فى الحقيقة، أصبحت تلك الأفكار مؤثرة جدًا وفعالة بحيث إن أى عرض للعلية دون أخذها فى الاعتبار يكون ناقصًا.

ومع أن كلاً من ميكانيكا الكم ونظرية النسبية أحدثتا ثورة فى الفيزياء، فإن الناس أكثر علمًا بالنظرية النسبية وواضعها، ألبرت إينشتين، عن ميكانيكا الكم. امتد تأثير إينشتين إلى المجال السياسى، وصاغت شخصيته التصور العام للعبقرية. أسر بناء نظرية النسبية الخيال العام، ربما بسبب صلتها بالمفاهيم الشعبية مثل السفر عبر الزمن.

شغل تعريف الزمن الفلاسفة منذ اليونانيين القدماء. وحتى القرن العشرين، اتبع معظم المفكرين أرسطو واعتبروا الزمن صفة متأصلة، وراسخة من صفات الطبيعة. كان الفيلسوف بروخ اسبينوزا Baruch Spinoza (١٦٣٢-١٦٧٧) استثناء، فقد وصف الزمن على أنه بنية إنسانية فرضتها خبراتنا على العالم بهدف رفاهيتنا.

إن "تجربة الفكر thought experiment" الشهيرة التى قام بها إينشتين والتى قادته إلى نظرية النسبية الخاصة فى ١٩٠٥، تتضمن تخيل ما الذى يمكن أن يحدث لو أن شخصًا ما يركب شعاعًا ضوئيًا. إن الشخص الساكن خلف هذا الراكب سوف يكون "متجمد فى الزمن" من وجهة نظر راكب الشعاع الضوئى، بما أن الضوء الذى ينبعث منه لن يصل إلى راكب الشعاع الضوئى. ما الذى يمكن أن يحدث إذن لو أن شخصًا ما اقترب من سرعة الضوء لكن لم يصل إليها؟ توقعت نظرية النسبية أن

الساعة التى يحملها ذلك الشخص سوف تشير إلى وقت مختلف عن الساعة التى يلبسها الشخص الساكن. ومع السرعات اليومية، لا نلاحظ الاختلاف فى انقضاء الوقت بين الساعات عند السفر بسرعات مختلفة، لكن عند السرعات العالية سوف تكبر هذه الاختلافات، ويختلف الزمن المقاس. إن الاستبصار الثورى الذى قدمته النظرية النسبية إذن هو أن *الزمن ليس "عامل ثابت فى الطبيعة"* ، لكن يعتمد على سرعة المقياس (من/ ما يقوم بالقياس)، وسرعة الشيء محل القياس. وربما الأكثر ثورية حتى إن النظرية النسبية تتنبأ أن الزمن لا يتمتع باتجاه " إلى الأمام" بوصفها صفة متأصلة له، لأنه قد يتجه إلى الخلف لو أن الساعة قادرة على تجاوز الضوء.

إن أحد أسباب تناقض عكوسية الزمن مع الحدس هى أنها تقوض دوام العلية. وذلك لأن مفهوم العلية يتطلب أن تسبق العلة المعلول فى الحدوث، ويجب الحفاظ على هذا التلاحق السببى عبر الزمن لو أن العلية تتمتع بالدوام. لو أن الزمن يتمتع بخاصية العكوسية، فقد يسبق المعلول العلة، تمامًا كما قد يبدو علية الفيلم معكوسة عند تشغيله عكسيًا. ولهذا السبب يفترض تعريف العلية الذى جاء فى الفصل الأول أن الزمن أحادى الاتجاه. هل عكوسية الزمن محض تجربة فكر، أم أنها فعليا ممكنة. إلى الآن، لم تبرهن أى بينة تجريبية حصريًا على أن الزمن يمكن أن يتجه عكسيا، لكن هناك عديد من التنبؤات التى تطرحها نظرية النسبية أكدتها التجربة. من ناحية ثانية، حاليا، لابد أن نفترض أن الزمن أحادى الاتجاه من أجل بناء نموذج متناسق للعلية، على الأقل فى ضوء فهمنا الحالى للمفهوم.

من ناحية أخرى، إن فرضية وخبرة الإدراك الفطرى بأن التغيرات التى تحدث عبر مسافة ما لابد أن تستغرق بعض الوقت لتحدث، تتناقضان مع تجارب ظواهر ميكانيكا الكم حيث إن التغير فى جسم ما يحدث فى الوقت نفسه تغيرًا فى جسم آخر على مسافة ما من الجسم الأول. إن هذا يعنى: يحدث التغير فى جسم ما تغيرًا متبادلاً

فى جسم آخر فى اللحظة ذاتها. إن هذا ينتهك وينطوى على تضمينات استثنائية لمفهوم العلية. لو لم ينقض وقت بين الحدثين، فإن هـذا يـدحض ضرورة/ متطلـب أن العلـة لابد أن تسبق المعلول. يذكرنا هذا باعتراض هيوم: قد يبدو فى الاستدلال الاستقرائى حدثان مرتبطان دون توفر منهج حاسم يبرهن على وجود تلك الصلة. وكما هو الحال فى عديد من أفكار ميكانيكا الكـم والنـسبية، فلـيس واضـحًا أن هنـاك نظـائر لتلـك الظواهر فى العالم الميكروسكوبى للخبرة اليومية، لكـن حقيقـة أن التـزامن يمكـن أن يحدث على مسافة فى المواقف التجريبية- تثير هذه الحقيقة تحديًا رئيسًا أمـام التلاحـق السببى للعلل؛ تحديًا لا يمكن تجاهله. ومع ذلك، لابد، حاليًـا، أن نفـترض علاقـات معينة (مثل أحادية الـزمن) ونبنـى نمـوذج للعليّـة مـن تلـك المواقـع القبليـة pre-positions دون *احتياج لليقين*.

هذا واحد من الأماكن العديدة فى هذا الكتـاب الـذى يطـرح أفكـارًا مقبولـة ظاهريا ومتنافسة، أو تدعم فيه البيانات الموجودة عدة نماذج تبدو متناقضة. إن المسألة مهمة وتستحق انحرافًا سريعًا عن السياق وشرحًا عنها. مـا الـذى يجـب فعلـه حـين يكون هناك عدة نماذج مقبولة ظاهريًا؟ فى بعض المواقف، يمكـن تـصميم اختبـارات وتجارب تفند بعضًا من البدائل وتزيل بعضها من الاعتبار. من ناحية ثانية، هناك ثلاثة احتمالات حين يظهر أن هناك أكثر من نموذج يتسم بالدقة. الأول، يستطيع الشخص أن ينبذ النقاش على أنه عقيم. الثانى، يستطيع الشخص أن يقبل أن تلـك التناقـضات موجودة ويركز على تلك المناطق التى تخلو مـن التناقـضات أو تقـل فيهـا. الاقـتراب الثالث، وهو الذى يتبناه الكتاب هنـا، هـو إيـضاح التناقـضات صريحـة، أو تعريـف الفرضيات الضرورية لاستمرار النقاش، ثـم التقـدم فى الخطـوات التاليـة. يقـر هـذا الاقتراب الأخير بأن السبيل الوحيد المتناسق من الاسـتدلال والمعرفـة المطلقـة ليـسا ضروريين حتى يتحقق التقدم فى المعرفة.

ومـع ذلـك، مـن الممكـن أن تختلـف قـوانين العليـة عنـد المـستويات الكميـة والميكروسكوبية، حتى لو أن هذا قد يتناقض مع بحثنا عن الكليـات والبـساطة والجـمال. وكما ناقش الفصل الخامس، توضح بنى اللاخطيـة والتفـرد وعلاقـات قـانون الرفـع أن التناسق uniformity عبر كل المواقف قد لا يكون صفة ضروريـة فى العـالم الطبيعـى. وأن قبول خاصية قابلية التحول المتبادل للكتلة والطاقة وثنائية الموجة/ الجزىء للـضوء تطـرح وجود التزامن (غياب الزمن) عند المستوى الكمى وسرعة الضوء بوصفهما ثابتا (وهو ما يتطلب وجود الزمن على الرغم من أنه قد يكون نسبيًا لحركة الراصد) فى نظرية النـسبية – هذا القبول قد يوفر تفسيرات علية لظواهر ليست مفهومة الآن، حتى لو أن التناقض يبدو هزليًا للبعض. لا يتجاهل المهندسون قوانين الفيزياء، بل لابد أن يطبقوهـا بطـرق تـسمح لهم بإنجاز مهمتهم. تعلمنا فيزياء القـرن العـشرين أننـا لا نحتـاج إلى أن نحـبط أو نـشل بسبب التناقضات التى تظهر فى دراسة موضوع صعب. يؤدى قبول التكامل والثنائيـة إلى تقدم مذهل فى فهم كل من العناصر الأساسية والبنية الميكروسـكوبية للعـالم. ونأمـل، ألا يحبطنا تعريف التناقضات فى العلية بـل أن يـشير بـالأحرى إلى الطريـق الـذى يقودنـا إلى تطوير نماذج تحقق التلاءم بين الأفكار.

النسبية.. والمنظور.. والتفاعلية المعقدة

إن قبول النظريـة النـسبية وثنائيـة الموجـة/ الجـزىء للـضوء ومبـدأ اللايقـين لهايزنبرج ومبرهنات عدم الاكتمال لجودل وإدراك العجز فى وصـف ريـاضى القـوى التى تحدث حين تتفاعل ثلاثة أجسام، يوضح أن مـن الـصعب الوصـول إلى المعرفـة المطلقة فى عديد من الحقول العلمية. فعليًا، سوف أطرح للنقاش فى الفصل العاشر أن المعرفة العلية المطلقة ممكنة فى تلك الحقول المعرفيـة " الإكليريكيـة" فقـط؛ أى، تلـك الحقول التى تكون فيها الحقيقة معطاة ومـوحى بهـا. هنـاك اختلافـات حـول كيفيـة

اكتساب المعرفة العلية فى الحقول الإمبريقية العلمية والحقول التقمصية فى المعرفة السردية مثل التاريخ والسياسة والفلسفة، لكن هذا الاحتياج لا يعوق البحث عن المعرفة العلية فى تلك الحقول. وكما ناقش الفصل الثالث، يمكن وضع تنبؤات دقيقة جدًا على الرغم من اللايقين المتأصل فى القوانين العلمية التى تبطن النماذج التنبؤية. إن تطور الاستدلال الاحتمالى وحقل الإحصاء الاحتمالية أتاح للعلوم الإمبريقية تطور الوصف الرقمى الذى *يقدر* estimate رجحان العلاقة العلية.

من ناحية ثانية، مازال بين أيدينا سؤال عن هل يمكن إثبات صحة ذلك الرجحان أم دحضه؟ إن إحدى طرق معالجة هذا السؤال المهم ومن أجل تطوير معيار للعلية هو أن نفحص المواقف التى حققت إجماعا (أو فشلت فى هذا) فى بحث الحقل العلمى عن آليات العلية. سوف يستعرض بقية هذا الفصل كيف تراكمت المعرفة فى الجيولوجيا إلى درجة أن تحقق قبول عالمى تقريبًا للنموذج العلى بها. يفحص الفصل السابع أمثلة فى العلوم البيولوجية، ويقدم الفصل الثامن عدة أمثلة فى علم الأوبئة. وسوف تتناول الفصول اللاحقة أسئلة مماثلة فى الحقول التاريخية والسردية (الفصل التاسع) والدين (الفصل العاشر).

الجيولوجيا، والانحراف القارى ونظرية الصفائح التكتونية

"إن الصفائح التكتونية نظرية شاملة؛ أول نظرية شاملة يتم قبولها عامة فى تاريخ العلوم الأرضية كله".

ناعومى أورسكس[1]

---

(١) Naomi Oreskes (١٩٥٨-) مؤرخة أمريكية للعلم.

الجيولوجيا هى دراسة بنية الأجسام السماوية وتكوينها والآليات التى تكونت من خلالها، وتسعى إلى شرح الظواهر التى أثارت اهتمام البشرية لآلاف السنوات، مثل تكوين القارات وأسباب الظواهر الكارثية مثل الزلازل والانفجارات البركانية.

خلال ستينيات القرن الماضى، أصبحت نظرية جديدة، نظرية الصفائح التكتونية، تتمتع بقبول واسع على أنها الآلية العلية التى تشرح تكون الظواهر الضخمة الدائمة ظاهريًا على كوكب الأرض مثل القارات والجبال إلى جانب علة الأحداث الانتقالية والقوية كذلك مثل الزلازل والموجات المدية (تسونامى). إن شرح كيف لاقت هذه النظرية القبول فى وقت قصير جدًا من الزمن من علماء الجيولوجيا، يقدم لنا فرصة لفحص بعض مبادئ العلية الراسخة.

يعود بدايات علم الجيولوجى الحديث إلى تشارلز ليل Charles Lyell (١٧٩٧-١٨٧٥)، الذى اقترح أن العمليات الجيولوجية للماضى يمكن دراستها بأفضل ما يكون بفحص العمليات الجيولوجية للحاضر، وهى نظرية تسمى الوتيرة الواحدة uniformitarianism. فى عام ١٩١٢، سعى ألفريد واجتر Alftred Wegener (١٨٨٠- ١٩٣٠) الذى تلقى تدريبه ليكون إرصاديا (عالم بالأرصاد الجوية)، إلى أن يشرح لماذا تم العثور على حفريات نباتات وحيوانات استوائية فى مناطق جغرافية من الأرض تتسم بشتاءات قارصة ولماذا يمكن العثور على مخلفات صخرية للكتل الجليدية فى مناطق استوائية الآن. لاحظ وجنر كذلك، كما فعل عديد من رسامى الخرائط فى قرون سابقة، أن خطوط سواحل عديد من القارات صور مرآتية يمكن تجميعها مع بعض مثل أحجية. على سبيل المثال، يمكن أن يتلاءم الارتفاع الأطلنطى لأمريكا الجنوبية مع الساحل الأطلنطى لأفريقيا مثل قطعة أحجية، ويمكن أن تتلاءم بريطانيا العظمى مع ساحل فرنسا. إن شرحه لتلك الملاحظات كانت فرضية *الانحراف القارى* continental drift التى تنص على أن

الأرض كانت كتلة واحدة (أسماها بانجيا Pangea) تكسرت إلى قطع ضخمة (القارات) وطافت بعيدًا عن بعضها. لم يتضح بالنسبة لوجنر كيفية حدوث هذا، ومات فى جرينلاند فى ١٩٣٠ أثناء ما كان يسعى إلى بينة تثبت نظريته. وعلى الرغم من أن هذه الفرضية ذكرت فى مناسبات عديدة خلال الخمسين سنة التالية على موته، فقد رفضها عامة علماء الجيولوجيا البارزين، خصوصًا الذين يقيمون فى أمريكا.

من ناحية ثانية، فى منتصف ستينيات القرن الماضى، أصبحت فكرة وجنر الأساسية مدونة فى نظرية الصفائح التكتونية وسرعان ما تم قبولها على نطاق واسع من علماء الجيولوجيا وعلماء العلوم الأرضية الآخرين على أنها شرح لمظهر سطح كوكب الأرض. تنص النظرية على أن سطح كوكب الأرض مكوّن من صفائح ضخمة، كل منها يصل سمكها من ٨٠ إلى ١٢٠ ميلاً، وأن تلك الصفائح " تعوم" فوق ماجما منصهرة (كتلة معدنية مذابة تحت قشرة الأرض) تشكل غلاف الأرض ولبها. وبما أن هذه الماجما المنصهرة تكتسب حرارتها من النشاط الإشعاعى وتتعرض لضغط كبير، فهى تشق باستمرار طريقها إلى قشرة سطح الأرض عبر شقوق أو صدوع ضيقة وطويلة، توجد فى سطح الأرض، الذى يقع فى وسط المحيطات العظيمة. ينتج عن تصلب الماجما حين تتلامس مع قاع المحيط البارد تشكل جديد لقاع المحيط يبلغ عدة إنشآت سنويًا على كل من حافتى الصدع الذى تتدفق من خلاله الماجما. ومع تكون هذا القاع الجديد، يدفع الصفائح الموجودة فعليًا التى كونت القاع بعيدًا عن الصدع. هذا يدفع تلك الصفيحة إلى الصفيحة المتاخمة لها على الحافة بعيدًا عن الصدع، وهذا بدوره ينقل الضغط إلى المجموعة التالية من الصفائح التى تبدأ عند السواحل القارية.

وبما أن الصفائح القارية أثقل كثيرًا من الصفائح الموجودة تحت المحيطات، تدفع صفائح قاع المحيط إلى تحت الصفائح القارية. تسخن حينئذ الحافة التى تتحرك

تحت الصفيحة القارية بسبب الحرارة العالية الموجودة فى عمق الأرض، وتصبح مرة ثانية ماجما. يدفع كذلك الضغط المستمر على الصفائح القارية الصفائح المتعددة التى تشكل القارات بعضها إلى بعض؛ فإذا دفع هذا الاصطدام إلى تحرك صفيحة فوق أخرى، تتكون الجبال. لو تحركت صفيحة فجأة بالنسبة لصفيحة ملاصقة لها، ينتج عن هذا الزلازل. لو تحركت الماجما المنصهرة فجأة خلال أو بين الصفائح تحدث الانفجارات البركانية. وهكذا تقدم نظرية الصفائح التكتونية التفسير العلى لعدة عمليات جيولوجية واسعة النطاق للأرض.

كيف أصبحت هذه النظرية مقبولة على نطاق واسع بل فجأة على أنها الآلية العلية لتلك الظواهر الجيولوجية المختلفة؟ تسرد ناعومى أورسكس فى *الصفائح التكتونية Plate Tectonics* أسماء عديد من العلماء الذين ساهموا فى تطوير النظرية فى حكى للقصة من وجهة نظرهم الخاصة. لقد أثبتت مع هؤلاء العلماء صحة فرضيتها بأن قام عدة علماء بجمع بيانات واسعة النطاق فى أوائل ستينيات القرن الماضى وقام عدة أفراد بوضعها فى نموذج يشرح العديد من الظواهر الغامضة سابقًا بحيث أصبح قبول النظرية *أمرًا واقعًا*. تشمل البيانات التى جمعت:

١- دليل جهاز قياس الزلازل يظهر أن الزلازل تتجمع فى مناطق معينة، كثيرًا منها بمحازاة خطوط سواحل القارات.

٢- اكتشاف الفتحات الساخنة التى توجد فى وسط المحيط الأطلنطى والهادى والهندى وتتسرب منها الحمم.

٣- اكتشاف أن قاع المحيط عبارة عن شرائط ممغنطة تتغير شحنتها كل خمسة وثلاثين كم.

٤- الدليل على أن الحقل المغناطيسى للأرض ينعكس فجأة كل عشرة آلاف سنة.

٥- تحاكى النماذج التجريبية التى تبين أن الصفائح الصلبة التى تتحرك على سطح الأرض بلب سائل، القياسات التى اتخذت فى عدة مناطق على سطح الأرض بجهاز قياس الزلازل وقياسات شدة المجالات المغناطيسية.

٦- البرهان على أن الجزر القريبة من الصدوع المحيطية التى تتدفق منها الماجما أصغر عمرًا من الجزر التى تقع بعيدًا عن تلك الصدوع.

كان الاكتشاف الثالث حاسمًا ومهمًا. فقد أدى إلى افتراض أن قاع البحر الجديد يتشكل باستمرار عند الفتحات التى تقع فى وسط المحيط وأنه يتمغنط دائما عن طريق الحقل المغناطيسى المهيمن للأرض أثناء تجمده. وهكذا، فهو سجل دائم لاتجاه الحقل المغناطيسى للأرض فى الوقت الذى كان يتشكل فيه قاع المحيط. وحين ينعكس اتجاه الحقل المغناطيسى الأرضى، كما يحدث كل عشرة آلاف سنة، تتمغنط الحمم التى تجمدت فى اتجاه معاكس للجزء الذى تشكل قبل انعكاس تمغنط الحقل المغناطيسى للأرض. أدى اكتشاف أن قاع المحيط يتكون من شرائط ذات عرض مماثل تقريبًا، تتحول فى اتجاه مجالها المغناطيسى إلى الاستنتاج بأن قاع المحيط يتشكل عند معدل ثابت نسبيًا. وسريعًا ما صاحب هذه الفكرة الملاحظات الأخرى المذكورة أعلاه ومع ملاحظة وجنر بأن المحيطات يمكن أن تتلاءم معًا فى كتلة أرضية واحدة. أدى هذا إلى تفسير عدد من الظواهر، تشمل تكون الجبال والزلازل والبراكين. وعلاوة على تفسير عديد من ظواهر جيولوجيا الأرض، وضعت النظرية تنبؤاتها فى حقول متنوعة مثل الفيزياء وعلم الحفريات؛ وعلم الأحياء البحرية. وسريعًا ما تم اختبار عديد منها، وأكدت النتائج الإيجابية لتلك التجارب والملاحظات صحة النظرية. وأمام تلك الآلية التفسيرية التى تغطى كثيرًا من الظواهر المختلفة والبينة التى قدمتها الملاحظات الإثباتية والتجارب كذلك، سريعًا ما تلاشت الاعتراضات على فرضية وجنر، وتبنى معظم علماء الجيولوجيا النظرية خلال عدة سنوات.

اقتنع إذن خبراء من مختلف الحقول العلمية أمام عـدد مـن العنـاصر ومـصادر البيانات بدقة هذه النظرية العلية فى مثال نظرية الصفائح التكتونية:

١- عدد ضخم من الحقائق التراكمية يمكن أن ترتبط معًا فى نمط معقول ومقبول (خطَوط متعددة من البينة، والمعقولية الظاهرية).

٢- يمكن اختبار هذا النموذج " تجريبيًـا" بالـسعى وراء حقـائق إثباتيـة أخـرى وإجراء التجارب (تنبؤ إثباتى).

٣- يمكن أن تطرح التجارب والحقائق التى تدحض النظرية (قابلية التكذيب).

٤- تضع النظرية تنبؤات جديدة يمكن اختبارها بالملاحظة والدرس، أى إجـراء التجارب (مزيد من التنبؤ وقابلية التكذيب).

٥- تستطيع النظرية أن تشرح كثيرًا من الظواهر الطبيعية والمعلومـات المختلفـة. (الشمولية comprehensiveness).

إن هذا المزيج من الملاحظات المتعددة الفريدة والداعمة والتوقعـات الإثباتيـة وبقاء/ دوام قابلية التكذيب (استبعاد البدائل) والمعقولية الظاهرية والـشمولية مـنح النموذج ولا يزال قوة تفسيرية عظيمة. ساعد تبنى عديـد مـن رواد الحقـل العلمـى للنظرية على قبولها سريعًا وكلية. صقلت الاكتشافات فى الأربعين عامًـا الماضـية فهـم الآلية، غير أن التدقيق عطّل النموذج الأساسى.

من ناحية ثانية، هذا مثـال واحـد فقـط عـن كيـف أصـبح النمـوذج العلمـى التفسيرى الجديد مقبولاً على نطاق واسع. يمكن الاستشهاد بنماذج أخرى متعـددة فى سياقات زمنية مختلفة جدًا، أثارت مقاومة أعظم أو أضعف وخلافا، أو لم يـتم قبولهـا بتاتًا. لذلك، لا تقدم نظرية الصفائح التكتونية *ال*قالب عـن كيـف أن تطـور الإجمـاع أتاح الآلية العلية فى العلم- فى الحقيقة، أعتقد أنها تصف سبيلاً هو اسـتثناء أكثـر منـه

قاعدة- بل إنها تقدم نموذجًا واضحًا وضوحًا كاملاً على القدرة على تطوير النماذج العلية باستخدام المناهج العلمية.

مسترجع

يطرح هذا الاستعراض الموجز لأفكار مفاهيمية مختلفة ظهرت فى فيزياء ورياضيات القرن العشرين وتطور نظرية علية محددة فى الجيولوجيا- يطرح أنه ليس هناك وصف وحيد أو نظرية يمكن أن يصف كيف تطورت المعرفة العلية الجديدة أو قبولها فى العلم. هذا ينجم، جزئيًا، عن موضوع البحث فى فرع محدد من العلم. هناك بعض الحقول والأسئلة المعرفية التى تلائم التجربة العلمية والصياغة البحثية ووضع الفرضيات التى يمكن تناولها بتجارب محددة. من ناحية ثانية يعتمد البعض الآخر منها أكثر على تراكم الملاحظات.

ومع ذلك، إن بنية العلية والنظرة المقبولة عن العلية فى كل الفروع العلمية تتأثر تأثرا قويا بقوة البينة التى تدعمها وبضعف البينة التى لا تدعمها أو تدحضان التفسيرات العلية المحتملة الأخرى. وفى حين تؤثر مسائل أخرى مثل وجهات النظر المهيمنة لثقافة أكبر؛ وقدرة مؤيدى ومعارضى نموذج ما على توصيل وجهة نظرهم للآخرين؛ ومكانة الأفراد المشتركة فى الموضوع، وقوة أى نموذج مقبول فعليًا- تؤثر هذه المسائل على قبول أو عدم قبول نموذج على معين وبأى سرعة، فإن الاقتراب الإمبريقى للعلم يرتكن إلى الإيمان بأن هناك حقيقة فعلية وأن تلك الحقائق المثبتة صحتها (البيانات) سوف تقنع الناس فى النهاية بدقة أى اقتراب مقترح لها. إن الملاحظة والتجربة هما المنهجان الأوليان، التى تكتسب المعرفة الجديدة بهما فى الفروع العلمية، ويتشارك العلماء الاعتقاد بأن تراكم المعرفة عبر الزمن يتقدم نحو وصف أكثر دقة للطبيعة وفهمها. هذا اقتراب قوى، لكن يتسم بحدود قصوى مهمة، بعضها ذكر

حتى الآن. أما الحدود الأخرى إلى جانب نقاط القوة التى تسمى الاقتراب الإمبريقى فسوف تتضح أكثر فى الفصلين السابع والثامن بينما يستعرضان ترسيخ المعرفة العلية فى الحقول العلمية الأخرى.

ترتكن النمذجة العلية فى العلوم الفيزيقية إلى استخدام البيانات المشتقة إمبريقيا لشرح الظواهر باستخدام المنطق المقولى والبعدى والناشئ. وقد تتطلب المستويات المختلفة من التحليل نماذج مختلفة، ويتطلب عادة الفهم المتناسق للعلة تحليلات عند مستويات متعددة (المهيئة أو المعجلة أو البرنامجية). فعلى سبيل المثال، تفسر الصفائح التكتونية معلماً مقوليًا، الزلازل، على أنه جركة مفاجئة لصفيحة تكتونية فى علاقتها بأخرى. (بانحراف غالبًا). تنتج تلك الحركات المفاجئة عن الزيادة التدرجية فى الضغط المنصب على مناطق تقاطع تلك الصفائح (وجه مهيأ، بما أن هناك إمكانية لحدوث نتائج أخرى إلى جانب الزلازل)، وهذا بدوره ينتج عن الطبيعة المنصهرة للب الأرض، التى يحافظ عليها آليات نووية. إن الحركة المفاجئة لصفيحة واحدة فى علاقتها بالأخرى ينتج عنها زلزال وتعد علاقة لاخطية تبدو ناشئة.

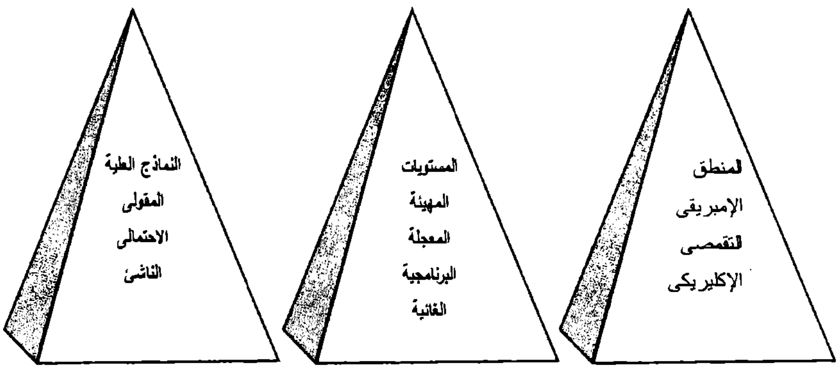
بناءً عليه، إن الطبيعة المنصهرة للب الأرض والبنية الصفيحية الشكل لسطح الكوكب، والمسافة التى يبعد فيها كوكب الأرض عن الشمس- كلها عناصر فى السبيل العلى لحدوث الزلازل وتكون الجبال والقارات. تساهم المناهج المتعددة للاستدلال والمستويات المتعددة من التحليل فى تفسير أشمل لتلك الظواهر. إن اكتساب المعرفة الجلى عبر الزمن فى العلم وتنوع المناهج المستخدمة لتراكم تلك المعرفة يدعمان الزعم بأن ليس هناك نموذج للعلية وحيد يمكن أن يطرح على أنه شامل وكلى. وكما سنرى فى الفصول التالية، ترتكن فروع علمية أخرى على مزائج مختلفة من تلك الاقترابات وتؤكد مناهج مختلفة من الاستدلال، لكنها تتطلب كذلك مزيجا من المناهج ونماذج الاستدلال.

الفصل السابع

الإمبريقى: العلوم البيولوجية

إن ما يبقى التنوع مصونًا هو اللايقين الكلى للايقين الموضعى.

سيمون لفين[١]



تتيح العلوم البيولوجية الفرصة لفحص تطبيق المنهج الإمبريقى (وجه ٣) على دراسة العلية لأن عديدًا من القضايا التى يفحصها علماء الأحياء قابلة للتجربة. يستخدم هذا الفصل ثلاثة مواضيع؛ مجادلة الطبيعة- التنشئة؛ وتطبيق المعرفة العليّة لقضاء على أمراض معدية محددة؛ وعلم البيئة الوليد لضرب أمثلة على تطبيق المنهج

(١) Simon Levin: (١٩٤١-) عالم بيئة أمريكى.

الإمبريقى وتفاعلاته مع مستوى تحليل الوجه ٢ والنماذج العلية للوجه ١. و يختتم الفصل بنقاشات موجزة لموضوعين تمت مناقشتهما من قبل: اتجاه الزمن ومفهوم الصدفة.

التفاعلات الجينية - البيئية

يمكن تلخيص الخلافات القائمة عن الطبيعة- التنشئة، والجينات- البيئة فى سؤال بسيط: ما القدر الذى تولده الآليات المتأصلة من أى صفة محددة؟ وما القدر الذى تحثه البيئة؟ للوهلة الأولى، يبدو أن بعض الأمثلة تقدم إجابات مباشرة. فعلى سبيل المثال، إن الطول فى الإنسان من بين الملامح الأكثر وراثية وربما لذلك، يعتبر " طبيعة" بالدرجة الأولى فى الأصل. من ناحية ثانية، اختيارات المهنة قد تبدو متأثرة بالتنشئة بالدرجة الأولى، بما أن مهن اليوم لم توجد منذ مائة عام، واختفى اليوم كثير من مهن الأمس.

من ناحية ثانية، تكشف حتى تلك الأمثلة عن التحدى الذى يثيره سؤال الطبيعة- التنشئة. وجدت الدراسات أن ٤٠٪ تقريبا من المهن يمكن ربطها بعوامل جينية مشتركة. هذا يطرح أن المهارات والعوامل الشخصية التى تؤثر على اختيار الوظيفة والأداء تشكلها المَلَكة الجينية. إن الأشخاص الذين يتمتعون بمهارات ميكانيكية فوق المتوسط على سبيل المثال، كان يمكن على الأرجح أن يمتهنوا الحدادة فى الماضى، والأرجح أن يمتهنوا اليوم السباكة أو الأعمال الكهربائية أو تقنيات الكمبيوتر، مقارنة بهؤلاء الأفراد الذين يتمتعون بمهارات ميكانيكية متأصلة أقل من المتوسط. وبالمثل، يزيد احتمال أن يمتهن الأفراد الذين يتمتعون بمهارات رياضية فوق المتوسط الصرافة أو المحاسبة أو البرمجة الكمبيوترية. لهذا، فإن الإجابة عن سؤال الطبيعة- التنشئة غالبًا ليست " طبيعى فقط" أو " تنشئة فقط" ، بالأحرى وصف كم أسهم كل منهما عليًا فى مسألة معينة.

إن التفاعل بين الطبيعة والتنشئة الذى يحسم طول الفرد البالغ مثال واضح أكثر، وقد أصبح هذا واضحا بالنسبة لى منذ سنوات مضت خلال رحلة إلى اليابان؛ إذ إن طولى يساوى ١.٦٢ سم، لكننى لم أفكر قط فى طول الآخرين. من ناحية ثانية، بينما كنت أستقل المصعد لحضور اجتماع علمى فى اليابان فى أحد الأيام، لاحظت أننى أحدق فى رؤوس معظم الآخرين فى المصعد. كانت هذه خبرة غير عادية بالنسبة لى إلى حد أنها جعلتنى أتساءل فورًا هل الأفراد الذين يستقلون المصعد يتمتعون بصفة ما فريدة؟ إن ما استطعت أن أتوصل إليه فقط هو أن كل الأفراد الواقفين فى المصعد كانوا إما فى سنى أو أكبر منى عمرًا. فيما بعد، خلال استقلالى مرة أخرى للمصعد، لاحظت أن الأفراد اليابانيين الذين كانوا معى حينها والذين كانوا أصغر منى سنًا إما أطول منى أو فى طولى، كما هو الحال فى الولايات المتحدة. بدا لى أن العمر هو العنصر المختلف فى التجربتين، لكن هذا كان محيرًا بما أننى تعلمت سابقًا أن الطول هو واحد من أكثر الملامح الوراثية المهيمنة. فما تفسير هذا؟

تتمتع نسبة وراثة الطول بأعلى من ٠.٩، مما يضعها وسط أكثر الملامح المكتسبة جينيًا. وما يدعم هذا هو اكتشاف أن وراثة الطول فى الأطفال بالتبنى عند الميلاد ترتبط ارتباطًا قويًا بطول والديهما البيولوجيين، وليس والديهما بالتبنى. من ناحية ثانية، يختلف توزيع الطول فى اليابان بين مجموعات ولدت بعد الحرب العالمية الثانية وقبلها، على الرغم من أن الطول موزع فى منحنى جرسى الشكل الذى ناقشه الفصل الرابع فى كل مجموعة. كيف يمكن أن نفسر الاختلاف الهائل فى الطول بين هذين الجيلين؟ نعرف من بحث آخر أن متوسط طول الفرد البالغ زاد تدريجيًا عبر القرن العشرين، وهو يعزو افتراضيًا إلى تحسن التغذية. لهذا فإن التفسير المرجح لاختلاف الطول النهائى فى المجموعتين اليابانيتين هو أن حدثًا بيئيًا، مثلاً تغير فى الطعام (توفر مزيد من السعرات الحرارية والبروتين على الأرجح)؛ يؤثر بقوة على الطول النهائى

للفرد البالغ. إن هذا يعنى أن الطول المحتمل للفرد يمكن أن يصل إليه كلية حين توفر البيئة تغذية كافية فقط (وربما عوامل أخرى) لكى تصل الملكة الجينية إلى احتمالها الكامل، أى؛ لكى تتحقق كاملة كلية. لو تعرض كل الأفراد إلى البيئة نفسها، فالمكان الذى يحتله الشخص فى توزيع الطول فى التعداد السكانى محدد جينيًا. لو أن كمية الطعام أو العناصر الضرورية الأخرى التى يتعرض لها الأفراد خلال النمو أقل من الحد الأقصى أو تختلف اختلافًا كبيرًا، فالبيئة حينئذ تلعب دورًا كبيرًا.

يتسم هذا النقاش بعيب خطير ويثير سؤالاً صعبًا: هل *تدلل* هذه الحجة على أن تحسن التغذية هو علة الارتفاع الملاحظ فى طول اليابانيين خلال الستين عامًا الماضية؟ لقد زاد متوسط الطول خلال تلك الفترة، وهناك دليل جيد أن إمدادات الطعام كانت محدودة خلال الحرب العالمية الثانية. لكن كيف يمكن أن نُقيّم ما إذا كان هذان العنصران مرتبطين ارتباطا عليًا وليس صدفة؟ تساعد فى الإجابة عن هذا السؤال معايير برادفورد- هيلز، المسردة فى الفصل الأول والتى يناقشها الفصل الثامن بتفصيل أكبر. قد تدعم نماذجٌ ذات صلة مماثلة فى بلدان أخرى أو مناطق جغرافية أخرى الدور العلى، ومع ذلك يظل مطروحًا إمكانية أن يكون المسئول علة أو عللاً بيئية أخرى. ماذا عن معيار قابلية التكذيب لكارل بوبر؟ إنه معيار عال جدًا لأن التغير فى الطول حدث تاريخى لا يمكن تكراره، وهى مسألة منافية للأخلاق فإجراء تجربة على البشر يتم خلالها تحديد محتوى السعرات الحرارية أو الفيتامينات/ المعادن فى الطعام فى مجموعة من الأطفال الرضع دون غيرها. علاوة على ذلك، حتى إذا فحص الشخص بيانات " التجارب الطبيعية" لعدة مناطق جغرافية تعانى انخفاض كمية السعرات الحرارية فى الطعام أو نقص فى التغذية، فلايزال ممكنًا جدًا أن يكون هناك صفة بيئية أخرى ترتبط باختلاف كمية العناصر الغذائية (التوتر على سبيل المثال) هى العامل العلى الفعلى. قد تولد الدراسات التى تجرى على الحيوانات بيانات إما أن تؤكد

صحة الصلة الافتراضية أو ترفضها (التكذيب)، غير أن الحيوانات المحرومة غذائيا تعيش أطول من الحيوانات التى تتغذى على الإطعام الحر من طعام المعامل، لهذا قد يكون هناك آلية أخرى ما عاملة. نحن لدينا إذن عدة خطوط من البينة الداعمة- اكتشاف صلات مماثلة فى عدة مواقع جغرافية متعددة؛ والمجوعات العرقية؛ وفترات زمنية فى التاريخ؛ ووجود آليات بيولوجية تربط توفر الاحتياجات الغذائية بفترات الهشاشة الإنمائية developmental vulnerability فى البشر والحيوانات الأخرى- لكن لابد أن نرتكن إلى الاستدلال العلى الاستقرائى الذى نقده هيوم. لو أن الدليل المطلق على العليّة غير ممكن فى هذا المثال البسيط إلى حد ما، فمن ثم سوف يكون دليل العلية فى المواقف البيولوجية الأكثر تعقيدًا، خصوصًا تلك التى لا يمكن معالجتها تجريبيًا، أكثر صعوبة.

بما أن الجينات هى العامل المحدد الأولى primary determinant للطول النهائى إذا توفرت عناصر التغذية الكافية، فتعتبر الجينات علة مهيئة؛ وتتصرف البيئة علة مُعجّلة. حين يتوفر الحد الأقصى من التغذية، يظهر الطول صفة جينية فى الأساس، كما تشير نسبته الوراثية التى تبلغ ٠.٩ . فى هذه الحالة، تستطيع العلة المعجلة أن تعمل بفاعلية كلية. من ناحية ثانية، حين لا تكون البيئة، أى؛ الوفرة الغذائية (هذا يشمل مسائل غير الطعام مثل التعرض إلى أشعة الشمس) فى حدها الأقصى، يصبح الدور العلى المهيئ للبيئة واضحًا. من ناحية ثانية، تتسم القضية بتعقيد أكبر حتى، لأن النمو يحدث خلال فترة محددة، وتلعب أحداث بيئية أخرى مثل الحرب والجفاف أو التعرض للتسمم دورا. يوفر المستوى البرنامجى من التحليل تكاملا لتلك العوامل العديدة، وفى بعض الظروف، يوفر الاقتراب الأشمل.

هذا توضيح جيد لعملية بناء المفهوم الخاطئة " للطبيعة" و" التنشئة"على أنهما فواعل علية متناقضة مستقلة تمامًا حصرية بالتبادل وحاسمة. إن إدراك الطبيعة

والتنشئة على أنهما عاملان متفاعلان يساهمان مساهمة متبادلة ومستقلة إلى الطول المكتسب بطريقة معقدة هو صيغة أكثر تعقيدًا، لكنها توفر قوة تفسيرية أكبر وتعلل ما تتم ملاحظته فى الطبيعة. يمكن أن ينطبق هذا نفسه على فهم توزيع ضغط الدم والصفات الشخصية والذكاء وسكر الدم بين السكان- إن البينة قوية على أن كلا من الملكة الجينية والتأثيرات البيئية تساهمان إسهامًا عظيمـًا فى التكوين البنيوى/ القوامى للكائن الحى. إن أيًا من/ أو بنية النموذج العلى الثنائى لا ينطبق بوضوح على تلك الأوجه البيولوجية؛ وسواء كانت العلاقة الخطية للنموذج البعدى أو العلاقات اللاخطية للنموذج الناشئ هى الأفضل أم لا، فسوف تتنوع العلاقة بين المتغيرات فى أى عملية معطاة، لكن فى تلك الأمثلة، نجد عدة عوامل مؤثرة؛ وأن النمذجة اللاخطية هى الأفضل فى فهم العلاقات العلية فى كل نظام.

تتسم بعض الظواهر البيولوجية بتفسيرات بسيطة تتبع المنطق المقولى؛ إما أسبابًا مرضية جينية أو بيئية. فعلى سبيل المثال، إن ما يتسبب فى تطور مرض هنتنجتون Huntington disease ، شكل نادر من العته، هو جين شاذ فى الكروموسوم٤. وينتقل وراثيًا سمة صبغية جسدية سائدة؛ أى، يولد الناس بجين شاذ سوف يتطور حتمـًا إلى مرض إذا عاشوا فترة كافية (يبدأ فى المتوسط مع سن الأربعين تقريبا، لكن يبدأ المرض فى الستينيات وهذا نادر). إن الجين الشاذ هو علة المرض، ويتطور المرض فى هؤلاء الذين يحملون الصيغة الشاذة من الجين فقط. هذا مثال على العلية الجينية المقولية (على الرغم من أن تنوع سن ظهوره يتصل بطول الجزء الشاذ من الجين). من ناحية ثانية، تتسم معظم الأمراض بعلل متعددة متفاعلة. سوف يفحص الجزء التالى من الفصل عدة أمثلة عن هذه العلية الأكثر تعقيدًا.

العدوى فاعل على

نظريًا، تسبب الأمراض المعدية infectious diseases مباشرة وبيئيًا الاعتلال illnesses. فى الحقيقة، ومع ذلك، إن أفضل إحاطة لمعظم الأمراض على أنها نتيجة تفاعلات جينية بيئية معقدة. وفى هذا السياق، يقدمان أمثلة تعليمية على العلاقات العلية متعددة المستويات ومزيدا من الاستبصار للحدود القصوى التى تسمى النموذج الثنائى نعم/ لا الذى دافع عنه جاليليو والذى خدم العلم جيدًا جدًا لأربعمائة عام.

إن المرض المعدى مثل الإنفلونزا والطاعون والحصبة (قبل القضاء عليها بين سكان الأرض) يتسبب فى مرض محدد الوقت ومعين. وعلى الرغم من أن كلاً من هذه الأمراض علته متعضية توجد دائما فى مكان ما فى البيئة، فقد تباين تباينًا كبيرًا، عبر الزمن وبين الأماكن، عدد الناس الذين أصابهم المرض جرّاء فيروسات تسبب الحصبة والإنفلونزا أو بكتيريا تسبب الطاعون. إن الفترات الزمينة التى يحدث خلالها زيادة سريعة فى عدد الأفراد المصابة بالمرض يشار إليها بالوباء؛ ويتسبب فى الوباء كل متعضية تتبع أنماطًا مختلفة وفريدة. كيف يمكن فهم هذا من المنظور العلى حيث علة كل هذ الأمراض فواعل معدية؟

جزئيًا، يفسر التباين فى عدد الأشخاص المصابين بالمرض عبر الزمن الحقيقة التالية يكون الجهاز المناعى للفرد المصاب بالعدوى أجسامًا مضادة تقضى على تلك المتعضية المعينة. وبناء عليه، لو أصيب الأفراد بالعدوى للمرة الثانية، يستجيب جهازهم المناعة استجابة سريعة يقضى معها عادة على الفاعل ويقى الشخص من الإصابة بالمرض للمرة الثانية. هذا يعنى تباين وتفاوت عدد الأشخاص الذين يمكن أن يصبحوا مرضى بسبب تلك المتعضية فى فترة زمنية ما ؛ إن هؤلاء الذين يفتقدون المناعة عرضة بسهولة لأن يمرضوا بسبب ذلك الفاعل المعدى المعين.

إن المسألة الثانية التى تساهم فى الطبيعة الوبائية لأمراض معدية ما هو سهولة انتشار المتعضية أو إمكانية انتقال العدوى. فحين يدخل للمرة الأولى فاعل يتمتع بإمكانية عالية على الانتشار ونقل العدوى وسط مجموعة من الأفراد لم يتعرضوا له من قبل، فسوف يصاب معظمهم إذن بالعدوى ويمرضون. ومع ذلك حتى فى فترات الوباء، لا يتعرض الجميع لتلك المتعضية أو يصاب بالمرض بسببها. لكن يظل هؤلاء الأفراد عرضة بسهولة للعدوى لو تعرضوا للفاعل فى المستقبل. علاوة على ذلك، تصيب بعض المتعضيات الحيوانات من غير الكائن البشرى وبالتالى تتمتع "بمستودعات" تصون تلك المتعضيات. حين تتصل تلك الحيوانات غير البشرية المصابة بالعدوى بالبشر الحساسة أو سهلة التأثر بالعدوى، تنتقل المتعضيات المسببة للمرض منها إلى هؤلاء البشر الذين لم يصابوا بالعدوى من قبل.

إن التفسير الأولى إذن للطبيعة الوبائية لبعض الأمراض المعدية هو أن هؤلاء البشر المعرضين للإصابة يمكن أن تصيبهم العدوى ويمرضوا، لكن بعد هذا المسار، يصبح المرض نادرا حتى يتوفر له مجموعة جديدة من الأفراد الحساسين أو سريعى التأثر به. وفى الفترات التى تفصل بين الأوبئة، يبقى معدل الإصابة بالعدوى منخفضا، وتظل المتعضية على قيد الحياة بإصابة الأنواع غير البشرية (مستودع)، أو بإصابة عدد صغير من البشر الذين مازالوا سريعى التأثر بها، أو باستيطان عدد صغير من الأفراد (بشر وغيرهم من الحيوانات) لم يطوروا مناعة تجاهها، لكن لم يمرضوا بعد ولم يظهر عليهم الحد الأدنى من أعراض الإصابة بالعدوى (يسمون حاملى المرض/ الجرثومة). وبعد فترة زمنية تصل إلى سنوات، يزيد عدد الناس الذين لم يتعرضوا قط للمتعضية، غالبًا الأطفال أو الشباب، حتى يتكون مرة أخرى تعداد سكانى ضخم وعرضة بسهولة للإصابة بالمرض. وحين تجد المتعضية طريقها إلى تلك المجموعة، يحدث الوباء.

ومع أن هذا الوصف العام يصف تكّون عديد من الأوبئة المرضية المعدية، فإن كل متعضية تتسم بملامح فردية تشكل خصائص دورة حياتها والمرض أو الأمراض التى تتسبب فيها. هذا يعنى أن بيولوجى كل متعضية علة مرض ما يختلف اختلافًا تامًا. لذلك، يتطلب اكتساب فهم الآليات العليّة والمرتبطة بأى متعضية خاصة أو أى عامل معدٍ خاص معرفة بتفاصيل جينوم تلك المتعضية وسلوكها، ومعرفة سلوك العائل/ المُضيف (والجينوم)، ومعرفة البيئة.

إن بكتيريا الطاعون، اليرسنية الطاعونية، *Yersinia pestis* على سبيل المثال، تنتشر إذ تنتقل إلى الإنسان عن طريق لسعات البرغوث. تصاب البراغيث بالعدوى عن طريق لسع فئران مصابة بالعدوى. لذلك يعتبر الفأر مضيف مستودع. ولكى يحدث الطاعون بين البشر، لابد أن يكونوا على صلة ما بالفئران لأن البراغيث لا تستطيع أن تعيش بعيدًا عن الحيوانات ذات الدم الحار (ثابتة الحرارة). لذلك، يتطلب حدوث وباء طاعونى بين البشر عددًا ضخمًا منهم لم يصبه الطاعون من قبل، وعددًا ضخما من الفئران المصابة ببكتيريا اليرسنية الطاعونية، وشروطًا بيئية تضع البشر والفئران على مقربة من بعضهما (أى شروط بيئية تزيد رجحان أن تلسع البراغيث التى تحملها الفئران البشر). من ناحية ثانية، نادرًا أن يحدث انتشار للطاعون من إنسان لإنسان. وقد يحدث هذا حين يصاب عديد من الناس، كما يحدث أثناء الطاعون، لكنه لا يساهم إسهامًا كبيرًا فى عدد الناس المطلق الذين يمرضون، أى، إلى الطبيعة الوبائية للمرض.

إن الإنفلونزا اعتلال يصيب الجهاز التنفسى جراء فيروس الإنفلونزا؛ إذ إن أحد الخصائص الفريدة لهذا الفيروس هى أن اثنين من جيناته اللذين يسيطران على قدرته على إصابة الخلايا فى الإنسان تتسم بميل إلى التحول (الطفرة). وهذا يعنى أن يتمتع تركيب جين هذا الفيروس بآليات " تشجع" التحول السريع، أى، تجعله مرجحًا أكثر

منه صدفة. ونتيجة لهذه التحولات، تظهر ذريات من فيروس الإنفلونزا تختلف جينيا بما يكفى (أى " جديد") بحيث إن الناس الذين عانوا من عدوى الإنفلونزا سابقا لا يتمتعون بالمناعة فى مواجهة الفيروس المتحول. تحدث هذه التحولات بينما تحافظ المتعضية على نفسها فى مستودعات حيوانية غير بشرية، يعتقد أنها أنواع محددة من الطيور والخنازير. كلما زاد عدد الدواجن والبط أو الخنازير ارتفعت نسبة رجحان أن تظهر ذرية فيروسية جديدة. لهذا تظهر أوبئة إنفلونزية لأن الفيروس يحافظ على نفسه فى الكائنات الحيوانية التى دجنها الإنسان فى أعداد ضخمة، وفى بعض أجزاء من العالم، تعيش على مقربة منه؛ لأن بيولوجى الفيروس يتمتع بآلية داخلية تجعل التحول مرجحا؛ ولأن الفيروس ينتشر بسهولة عن طريق الاتصال البشرى، سواء عن طريق التلامس أو الهواء (العطس والسعال). إن هذا المزيج من البيولوجى الداخلى للكائنات الحية والبيولوجى الداخلى للإنسان (سهولة عرضة/ حساسية خلايا الجهاز التنفسى للإصابة بالعدوى)؛ والأحداث البيئية (تدجين الدواجن والخنازير، والتكدس البشرى فى الشتاء، وعادة التصافح باليد فى عديد من الثقافات) -- كل هذه العوامل تخول حدوث الأوبئة الإنفلونزية.

تساهم أنماط أخرى من السلوك البشرى فى رجحان أن يحدث الوباء. إن جمع عدد ضخم من الناس الذين لم يتواصلوا من قبل فى أماكن مثل المدن الجامعية والمعسكرات الصيفية والثكنات العسكرية يزيد من رجحان أن يتصل عدد ضخم من الأفراد الذين لم يتعرضوا للعدوى من قبل بمسببات مرضية مثل الإنفلونزا وفيروس شلل الأطفال للمرة الأولى، وهذا يزيد من رجحان انتشاره من إنسان إلى إنسان. إن الاستخدام واسع النطاق للسفر العالمى يزيد أكثر من رجحان أن تُحمل الكائنات الحية إلى مجموعات لم تتعرض لها من قبل ومن ثم عرضة بسهولة للإصابة بها. هناك سلوك بشرى آخر يمكن أن يؤثر على رجحان انتشار المرض وهو أسلوب تخزين القمامة، بما

أنه يمكن أن يؤثر على كل من عدد الفئران ومدى قربها من الإنسان، وهو بدوره يزيد أو ينقص من رجحان أن يتاح للبراغيث التى تحمل البكتيريا الوبائية وأن تكون على صلة بالإنسان. وكما ذكر مبكرًا، كلما زاد عدد الطيور، ارتفعت نسبة رجحان أن يتحول فيروس الإنفلونزا إلى فيروس مختلف مقاومًا للمتضدات فى الدم، وكلما زاد اتصال الإنسان بتلك الطيور التي يربيها، ارتفعت نسبة رجحان أن ينتشر فيروس متحول فتاك جديد فى صفوف السكان ويصيب عددًا ضخمًا من الناس.

علاوة على ماسبق، يتباين البشر الأفراد فى درجة سهولة قابليتهم لتطور الأمراض المعدية (وغيرها) بسبب اختلاف أو تنوع التكوين الجينى فى جهازهم المناعى. هناك ثلاثة أمثلة توضح هذه النقطة. إن الأفراد الذين يصابون بالتهاب الغشاء السحائى بسبب بكتيريا النيسرية السحائية *Neisseria meningitides* يتسمون على الأرجح بمتغيرات معينة فى الجين الذى يشفر البروتين الرابط للمانوز (MBP) والعامل المكمل د complement factor D أكثر من الأفراد الذين يتعرضون للبكتيريا دون أن يصيبهم التهاب الغشاء السحائى. فى الحقيقة تعيش هذه البكتيريا فى غشاء المخاط الأنفى لعديد من الأفراد، والأغلبية لا تعانى من أية نتائج مرضية مترتبة على هذا. لهذا، تتطلب النيسرية السحائية المرضية الهالكة التعرض للبكتيريا وهشاشة جينية تقلل من قدرة الجهاز المناعى على القضاء على المتعضية بفاعلية؛ وهو المزيج الذى يجب اعتباره عليًا. وبالمثل، يعتقد أن السبب وراء نجاة كثيرين من وباء الطاعون الأسود فى القرون الماضية هو قدرتهم على تحفيز استجابة مناعية مختلفة عن الذين ماتوا من الإصابة بالعدوى. هناك مثال معاصر وهو بقاء نسبة مئوية صغيرة من الذين أصيبوا بفيروس نقص المناعة الإنسانى HIV فترة زمنية طويلة قبل توفر علاجات فعالة؛ ويعود تفسير هذا فى بعض الأفراد إلى وجود تنوع جينى يقيد الكيفية التى ينتشر بها الفيروس من خلية إلى خلية داخل الفرد.

بناء على ما سبق، يمكن فهم وباء الطاعون والإنفلونزا والحصبة و فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز على أنه نتيجة ملامح (" الطبيعة") البيولوجية و("التنشئة") البيئية لكل من المتعضية والإنسان " المُضيف". يسمى علم الأوبئة هذا التفاعل بثالوث المضيف/ الفاعل/ البيئة ليلقى الضوء على أهمية كل عنصر من تلك النظم المتفاعلة وللتوكيد على أن كلاً منها يلعب دورًا فى السبيل العلى والنتيجة. إن الاقتراب الأرسطى يمكن أن يصنف التكوين الجينى (قابلية العرضة/ الحساسية/ الهشاشة فى مثال النيسرية والعامل الوقائى فى مثال فيروس نقص المناعة البشرى) علة مهيئة، والفاعل/ المسبب للعدوى علة مُعجّلة. أما بالنسبة إلى المتغير الجديد من فيروس الإنفلونزا، والتحول الجينى والفيروس فهى علل مُعجّلة؛ أما العلل المهيئة فهى السلوكيات الإنسانية من تربية الطيور والتلامس والعيش المتكدس. أما فيما يتعلق بالطاعون، فبالكتيريا علة مُعجلة، لكن انتقالها عن طريق الفئران والبراغيث، وهى مرحلة ضرورية فى دورة حياة إصابة الإنسان بالعدوى، أكثر تعقيدًا. كان جاليليو ليسمى تلك العلل بالعلل الضرورية لكن غير الكافية، لكنها تتمتع بعناصر كل من العلة المهيئة والمعجلة على السواء؛ فدون قرب الإنسان من أعداد ضخمة من الفئران (وبراغيثها)، لن يحدث الطاعون الوبائى؛ وهو معلم من معالم العلة المُعجّلة. من ناحية أخرى، إن الفئران وحدها، حتى إذا كانت عددًا ضخمًا، ليست علة مباشرة، لذلك يمكن اعتبارها علة مهيئة كذلك.

يمكن كذلك فهم الطبيعة الوبائية لكل من تلك الأمراض عليًا على المستوى البراجمى من التحليل لأن ما يؤدى إلى انتشار تلك الأمراض هو نسج العناصر التالية معًا: بيولوجى المتعضية المسببة للمرض؛ وظروف بيئية معينة متنوعة مثل الطقس والعادات الاجتماعية وتربية حيوانات معينة لتوفير الطعام؛ وبيولوجى المُضيف الفردى والأنواع الأخرى من الكائنات الحية. تساعد البيانات الإمبريقية على تعريف

كل من العلاقات المهيئة والمُعجّلة بين العناصر العليّة الفردية وعلى تكوين نسيج من فهم كل عنصر من تلك العناصر يدخل ضمن الفهم البرنامجى للشبكة العلية. يساهم كل مستوى من مستويات التحليل فى هذا الفهم، ويمكن أن تؤدى أى علاقة واحدة أو أى علة مهيئة أو معجلة أو برنامجية إلى تدخل يمكن أن يقطع السلسلة العليّة.

التفاعلات الجينية – البيئية وسهولة قابلية الإصابة بالمرض

فى حين يتناول مثالا النيسرية وفيروس نقص المناعة البشرى العوامل المعجلة الجينية والاضطرابات الاستثنائية نسبيًا، هناك أمثلة أخرى تؤثر فيها العوامل الجينية المضيفة على اضطرابات أكثر شيوعًا، وهى أمثلة تماثل أكثر الطول النهائى فى الفرد. ربط البحث الحديث، على سبيل المثال، الشذوذ الجينى الذى يسبب التليف الكيسى cystic fibrosis وهو اضطراب غير شائع نسبيًا، بالتهاب الجيوب الأنفية وهو مرض معدٍ، ويعتبر واحدًا من أكثر الأمراض البشرية شيوعًا.

ينتج التليف الكيسى عن تحولات فى الجين الذى يسيطر على تكوين قنوات الكلوريد فى الأغشية الخلوية. ينتج عن اختلال وظيفة تلك القنوات تلف أداء عديد من الأعضاء الجسدية، أبرزها الرئتان (ينتج صعوبة فى التخلص من المخاط فى الشعب الهوائية مما زيادة خطر إصابة الرئة بالعدوى) والبنكرياس (ينتج عن ذلك تلف فى وظيفة الهضم). هذا المرض مهلك غالبا فى الطفولة أو فى عمر الشباب لأن نوبات الالتهاب الرئوى المتكررة تتلف الرئتين. إن الجين المصاب، جين CFTR، يوجد فى كروموسوم ١٤ ويعمل بطريقة صبغية جسدية متنحية؛ أى، يصاب الشخص بالتليف الكيسى حين يرث هذا الجين من أى والد يحمل التحول العلى. لذلك، تتطلب الحالة المرضية، التليف الكيسى، وراثة نسختين شاذتين من الجين.

وقد ظهر حديثًا أن وجود جين واحد متحول CFTR يزيد خطر الإصابة بالتهاب الجيوب الأنفية المزمن. إن هذا الجين الشاذ الوحيد لا يتسبب فى مرض التهاب الجيوب الأنفية. بالأحرى، يزيد رجحان أن تصبح الجيوب الأنفية مصابة باعتلال مزمن حين يتعرض الشخص لعوامل معدية موجودة فى كل مكان فى البيئة، لذلك فإن الفاعل العلى المُعجّل للإصابة بالتهاب الجيوب الأنفية بيئى (بكتيريا شائعة)، لكن العلة المهيئة، أى عامل خطر الإصابة الذى يزيد من رجحان الإصابة بالمرض هو عامل جينى. لا يعانى كل الأفراد الذين يحملون جين CFTR الوحيد المتحول من التهاب جيوب أنفية مزمن، ومعظم الأفراد الذين يعانون من التهاب الجيوب الأنفية المزمن لا يحملون جين CFTR المتحول الوحيد. علاوة على ذلك، إن جين CFTR الشاذ أكثر شيوعًا بين القوقازيين عن الجماعات الإثنية الأخرى، لذلك قد يساهم أكثر فى الإصابة بالتهاب الجيوب الأنفية المزمن فى البيض عن المجموعات الإثنية الأخرى. وكما هو واضح، ينبه وجود هذا المتغير الجينى قدرة الجسد لكى يتعامل مع العدوى ويزيد من خطر أن تصبح الإصابة بالتهاب الجيوب الأنفية إصابة مزمنة. لذلك، يعتبر هذا الجين علة مهيئة للمرض حين تكون نسخة واحدة من الجين شاذة، لكنه يعتبر علة معجلة للمرض حين يرث الشخص نسختين من الجين الشاذ من والديه معًا.

هناك مثال آخر عن، كيف يمكن أن يؤثر التنوع الجينى على سهولة قابلية الإصابة بالمرض؟ هذا المثال يأخذنا بعيدًا عن الأمراض المعدية، لكنه يوضح طبيعة العلة المهيئة لكل من التكوين الجينى والتعرض البيئى. يتحكم الجين *SCN5A* فى إنتاج مكونات قنوات الصوديوم التى توجد فى الغشاء الخلوى لكل خلية عضلية فى القلب. تفتح تلك القنوات وتغلق وهى بهذا توفر اتصالاً مباشرًا بين داخل الخلية والبيئة الخارجية المحيطة بها. حين تفتح هذه القنوات، يتحرك الصوديوم بسرعة إلى

داخل الخلية. هذه الحركة المفاجئة للصوديوم إلى الخلايا العضلية فى القلب تتسبب فى انقباضه، وينتج عن هذا الانقباض المتناسق عديد من الخلايا بفعل الضخ أو "النبض" الذى يقوم به القلب.

وجد العلماء تنوعًا فى جين *SCN5A*. أحدهما، تغير نوكليوتيد nucleotide واحد؛ هذا ينتج عنه تغير الحمض الأمينى من السيرين serine إلى التيروسين tyrosine. هذا التغير يدفع قنوات الصوديوم إلى أن تفتح بأسرع من المعتاد. فإذا ما حدث هذا ، فقد يختل التحفيز المتناسق المعتاد لخلايا القلب، مما ينجم عنه اضطراب فى نَظم القلب. يتداخل هذا الاضطراب فى نظم القلب مع كفاءة فعل الضخ، والاضطراب الناتج يخلق نظما حلزونيًا إلى الأسفل لا يستطيع القلب معه أن يستقبل دمًا كافيًا، وتتدهور وظيفة الضخ أكثر ويتوقف دوران الدم، فينتج عن ذلك الموت. هكذا إن تغير حمض أمينى واحد (من مليار) فى جين واحد (من ٢١٠٠٠ تقريبا) يهيئ الفرد للإصابة باضطراب نظم القلب الذى يمكن أن يكون مهلكًا.

يمكن أن ترتفع نسبة رجحان أن تصبح قنوات الصوديوم "خارج العمل" بسبب أحداث بيئية معينة. فعلى سبيل المثال، العلاجات المدرة للبول، لأنها تخفض من كمية البوتاسيوم فى الدم، والكينيدين (دواء للقلب) الذى يؤثر مباشرة على وظيفة قنوات البوتاسيوم، يؤثران على الشحنة الكهربائية التى تسرى خلال القلب وتزيد من رجحان أن تتطور حالة اضطراب نظم القلب. لذلك، إن هؤلاء الأفراد الذين يحملون جين SCN5A متغير ويتناولون هذه العلاجات أكثر عرضة لخطر الإصابة باضطراب نظم القلب.

من ناحية ثانية، يعانى بعض الأفراد الذين يتناولون هذه العلاجات ولا يتسمون بتلك القابلية الجينية للإصابة بالمرض- يعانون مع ذلك من اضطراب نظم القلب (ربما يحملون عوامل مهيئة أخرى أو أن كمية البوتاسيوم منخفضة بما يكفى

لتصبح علة معجلة)، وليس كل الأشخاص الذين يتسمون بالقابلية الجينية للإصابة بالمرض ويتناولون فى فترة من الفترات تلك الأدوية حيث يعانون من اضطراب نظم القلب. لذلك كل من القابلية الجينية للإصابة بالمرض والتعرض البيئى علتان مهيئتان بمعنى ما. من ناحية ثانية، سوف يطور الجميع اضطراب نظم القلب المهلك لو انخفض مستوى البوتاسيوم فى الدم بما يكفى عن طريق أدوية معالجة أو اعتلالات أخرى (مثل الإسهال) أو الحمية الغذائية. بناء عليه، يمكن أن يصبح نقص البوتاسيوم عاملاً معجلا للإصابة باضطراب نظم القلب والموت حين يصل نقص البوتاسيوم إلى مستوى أقل من مستوى العتبة لا تستطيع معه الخلايا أن تؤدى وظيفتها طبيعيًا. لذلك يعتبر البوتاسيوم عاملاً مهيأ ومعجلاً على السواء، وهو بدوره يصبح عاملاً مهيأ عن طريق عوامل متنوعة، بعضها بيئى وبعضها جينى.

وجدت إحدى الدراسات، أن حلول التيروسين محل السيرين فى جين SCN5A يبلغ ١٩.٢ بالمائة من الأشخاص فى غرب أفريقيا والسلالة الكاريبية، و١٣.٢ من الأمريكان الأفارقة، وصفر من ٥١١ قوقازيا و٥٧٨ آسيويا. وفى دراسة عن عائلة واحدة، وجدت أن الأفراد الذين ورثوا الجين المتغير (يسمى تعدد الأشكال الجينى بدلا عن التحول الجينى لأنه يحدث فى أكثر من ١٪ من التعداد السكانى) أكثر احتمالا أن يظهر لديهم تغير معين فى تخطيط القلب يشير إلى بطء التوصيل الكهربائى بين الأذينين (تطويل الفترة الفاصلة كيو تى QT interval)، وهو أحد عوامل خطر الإصابة بالمرض المعروفة. من ناحية ثانية، كما لاحظ القائمون على تلك الدراسة: " لن يصاب معظم هؤلاء الأفراد باضطراب نظم القلب لأن النتيجة دقيقة." إن هذا المتغير الجينى (لا يعتبر تقليديًا على أنه شذوذ) مثال آخر على العليّة الجينية المهيئة: أن هؤلاء الذين يحملون هذا المتغير عرضة لخطر أكبر بالإصابة باضطراب نظم القلب بسببه، لكن معظمهم لا يعانى أى نتيجة معاكسة. إن تناول أدوية مثل المدرة للبول أو

الكيونيدين قد يُعجل الإصابة باضطراب نظم القلب لدى أولئك الأشخاص ذوى القابلية للإصابة به، لكنِ ليس دائمـًا.

توضح تلك الأمثلة من التفاعل الجينى – البيئى تطبيق التمايز المهيئ/ المعجل. كما تبرهن على أن العلل المهيئة يمكن أن تتبع إما المنطق المقولى (وجود أو غياب تعدد الأشكال الجينى SCN5A) أو المنطق البعدى (فى كل الأشخاص، كلما قل مستوى البوتاسيوم فى الدم زاد خطر الإصابة بالمرض). يمكن بالمثل أن تكون العلل المُعجّلة إما مقولية أو بعدية. يتطور التليف الكيسى (من المنظور المعجل) عن طريق وجود قنوات الكلوريد الشاذة (مقولى) التى تنتج عن حمل نسختين من جين CFTR الشاذ. كل من يحمل نسختين من الجين الشاذ سوف يصاب بالمرض (علّة مقولية). يمكن أن يحفز استخدام الكيوندين اضطراب نظم القلب (علة مُعجّلة) فى شخص مُهيّأ إذ يحمل نسخة من جين SCN5A متعدد الأشكال الجينية المهيئ لكن يمكن كذلك أن يحفز المرض فى آخرين دون عوامل مهيئة معروفة.

تبرهن تلك الأمثلة على أن التمييز بين مستويات التحليل المختلفة (الوجه ٢: المهيئ والمعجل والبرنامجى والغائى) والنماذج المختلفة من المنطق العلى (الوجه ١ الأول: المقولى والبعدى واللاخطى) يمكن أن يساعد فى تحسين فهمنا وتواصلنا حول الشبكة العلية المعقدة. إن العوامل المهيئة التى ناقشتها الأمثلة السابقة جزء كما هو واضح من السلسلة العلية التى تؤدى إلى المرض أو الموت، لكن لن يعانى عديد من الأشخاص الذين يحملون تلك العوامل من مشكلة. يمكن أن يؤدى هذا إلى الشك ورفض الصلة العلية، والفشل فى تطبيق تلك المعرفة، وهذا يمكن أن يكون وقد كان مصدرًا كبيرًا لتشوش العامة والجماهير وصانع السياسات بل وحتى العالم. فعلى سبيل المثال، لعب تعريف عوامل خطر أو قابلية الإصابة بالمرض دورًا مهـمًا فى الوقاية من المرض. استهدفت بعض استراتيجيات الوقاية مثل التطعيمات ومعالجة مياه الشرب

بالفلوريد الفئات السكانية كلها، لأن معظم الأفراد عرضة لخطر الإصابة بالحصبة وتسوس الأسنان. من ناحية ثانية، فإن عوامل خطر الإصابة بارتفاع الكوليسترول والبروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (LDL) وضغط الدم تزيد من نسبة رجحان أن يصاب الشخص بسكتة دماغية أو أزمة قلبية. حدث انخفاض هائل فى نسبة الإصابة بالأزمات القلبية والسكتات الدماغية بعد تدخلات تناولت/ عالجت عوامل خطر الإصابة بهما فى الأفراد الذين يحملون عوامل مهيئة، وهو دعم إضافى للادعاء بأن السلسلة العلية قد تبدلت (مسلمات كوخ). من ناحية ثانية، لا يؤدى خفض الكوليسترول فى حد ذاته إلى تحقيق تلك الفوائد: لم تجد الدراسات الحديثة عن العوامل الجديدة التى تخفض الكوليسترول نقصًا فى معدلات الموت والإصابة بالأزمة القلبية أو السكتة الدماغية. ويساعد على تفسير هذه النتيجة المدهشة إدراك أن الكوليسترول وارتفاع البروتين الدهنى منخفض الكثافة عوامل مهيئة على الأحرى وليست عوامل علية معجلة، لذلك لابد أن هناك وسائط بيولوجية أخرى مهمة فى السلسلة العلية.

إن تطور التقنيات لفحص جينوم عدد ضخم من الأفراد سريعًا وبتكلفة غير غالية يُعرّف فعليًا عديدًا من العناصر الجينية والبيئية المحتملة فى السلسلة السببية للمرض والبيولوجى الطبيعى. وكما توضح الأمثلة الواردة فى هذا الفصل، فإن هذه الاكتشافات تصبح على الأرجح مصدرًا للتشوش المفاهيمى لأن عديدًا من الناس يعادلون مفهوم العلة مع المنطق المقولى " نعم/ لا". آمل أن يوضح استخدام مصطلحات مثل " العلة المهيئة" و" العلة المُعجّلة" المناقشات التى تدور حول العلية بين صفوف كل من الخبراء والعامة على نطاق واسع وترفع من درجة قبول التدخلات التى من المحتمل أن تكون مفيدة.

بالنسبة للعلماء، تتمتع تلك التمايزات فى مستوى التحليل والمنطق بأهمية لأنها تستخدم مناهج رياضية وإحصائية مختلفة حين يصفون ويشرحون العلاقات العلية التى تقع فى إطار النماذج المختلفة. بالنسبة لصانعى السياسات والسياسيين والمعلمين فى المجال الطبى والمدافعين عن الصحة العامة، إذ يدركون أن مفاهيم الرجحان وسهولة قابلية الإصابة أو الهشاشة، التى تبطن العلل المهيئة والمنطق البعدى، صعبة الفهم بالنسبة لعديد من الناس، تدفعهم إلى وضع برامج تعليمية يمكن أن تحسن الفهم وقبول التدخلات التى تتناول الأسباب المهيئة والمحفزة. ولعل هذا قد يكون مفيدًا على وجه الخصوص ومهمًا فى ثقافات يسود فيها نموذج واحد من المنطق (مقولى أو بعدى).

قد يساعد كذلك إيضاح هذه التمايزات فى شرح لماذا يجب أن تتوجه بعض التداخلات بالتزامن نحو مستويات مختلفة من التحليل العلى (الوجه ٢)؛ وفى استخدام الأنماط المختلفة من المنطق العلى (الوجه ١). فعلى سبيل المثال، يمكن تخفيض حدوث الإصابة بالملاريا والوقاية منها باستخدام شبكة عند النوم فى المناطق التى تعانى الوباء. إن هذا يقلل من التعرض للحشرة الناقلة للمرض (الناموس) ومن ثم للطفيل؛ بكلمات أخرى، يعالج العلة المهيئة (لدغة الناموس) والعلة المُعجّلة (الطفيل). من ناحية ثانية، ما أن يصاب الشخص بالعدوى، من الضرورى أن يتناول أدوية مضادة للطفيل تعالج علاجًا مباشرًا العلة المُعجلة. قد يساعد وضوح تلك المستويات المختلفة من التخليل والنماذج المختلفة من المنطق العلى هؤلاء الذين يضعون تصميمات التدخلات، وتمويلها وتطبيقها، وتلقيها على فهم لماذا هى ضرورية الاقترابات المتعددة لو أن الهدف هو خفض معدلات الحالات المرضية والوفيات بسبب الملاريا. إن التوكيد على واحد بإقصاء الآخر يؤدى على الأرجح إلى الإخفاق فى تحقيق الهدف الكلى للوقاية من الملاريا. وقد يزيد وضوح المفاهيم رجحان النجاح

إذ يساعد راسمى الخطط على تحديد متى وأين يحتاجون إلى التوكيد على اقتراب دون الآخر.

قد يخفف استخدام تلك العمليات المفاهيمية كذلك من التوقعات غير الواقعية ويشدد على الصعوبات المتأصلة فى ابتكار استراتيجية تتناول المستويات المتعددة للعلة. إن تخفيض عامل الخطر (ضغط دم مرتفع أو كوليسترول مرتفع على سبيل المثال) لا يقضى على حدوث الأزمة القلبية والسكتة الدماغية. يصاب بعض الأشخاص الذين لم يدخنوا سجائر قط بسرطان الرئة. هذا يعنى، أن التدخل على مستوى الجماهير لا يفيد بالضرورة الجميع. فمن وجهة نظر الفرد الذى سوف يعانى من نتيجة غير مرغوب فيها (سكتة دماغية، على سبيل المثال)، قد أخفق التدخل، حتى وإن كان نجاحًا استطاعت أن تحققه الصحة العامة بسبب انخفاض معدلات حدوثه فى السكان. يتمتع الوضوح بصدد تلك القضايا باحتمالية أن يساعد على شرح تلك التعقيدات ويرفع نسبة النجاح إلى الحد الأقصى ويقلل من خيبة الأمل على السواء. لن يساعد مزيد من التدقيق فى تسمية المصطلحات فى حل صعوبات شرح الأفكار المعقدة بالطبع، لكن يمكن أن يلقى الضوء على التحديات التى تبرز عند محاولة التدخل فى السلسلة السببية؛ وأن يحسن جودة الخطاب العام والمهنى ودقته.

تطرق النقاش سريعا حتى الآن إلى العلية البرنامجية لكنه ألقى الضوء على المستويات المهيئة والمعجلة من تحليل الوجه ٢. إن الجزء التالى من هذا الفصل سوف يعكس هذا التوكيد إذ يلقى الضوء جزئيًا على المستوى الغائى Purposive level من العلية التى يشار إليه بالغائية teleology حين يطبق على الجهاد، للبرهنة على أن هذا المستوى من التحليل لا يقتصر على الحقل المعرفى السردى أو الإكليريكى.

يمكن أن يكون موضوع علم البيئة السكانى معقدًا جدًا، لكن كما نفعل فى أى علم، نبدأ بافتراض أنه بسيط.

فاندرمر وجولدبرج[1].

إن علم البيئة هو الفرع العلمى الذى يسعى إلى دمج ما هو معروف عن عالمى الجماد والأحياء فى نماذج شارحة للبيئة وإلى تعريف الآليات العلية التى تصل النظم المعقدة المتعددة معًا. إن هدفه هو نظرية متناسقة عن كيف تعمل الطبيعة على كوكب الأرض. ومع أن هذه المسألة لاقت اهتمامًا من العلماء لقرون، فإن هذا الفرع العلمى فى حد ذاته جديد نسبيًا. لهذا يوفر مثالا نموذجيًا مثيرًا للاهتمام عن كيف تتطور المعرفة بالعلية البرنامجية.

استخدم علماء البيئة اقترابات متعددة فى محاولاتهم لفهم العلاقات المعقدة بين العناصر الحية (الأحياء) والجمادية (اللاأحياء) من البيئة التى يدرسونها. وكما يطرح الاقتباس المذكور فى بداية هذا القسم، فإن إحدى الاستراتيجيات كانت دراسة نظم صغيرة، جيدة التحديد؛ وذلك بتعريف العلاقات التى توجد بين حياتها النباتية والحيوانية والجغرافيا والطقس، ثم تحديد ما إذا كانت هناك علاقات مماثلة فى مناطق جغرافية أضخم. كان أحد الاكتشافات التى نتجت عن دراسة النظم البيئية لإحدى الجزر هو أن عدد الأنواع يزيد مع زيادة حجم الجزيرة، وأنه يمكن وصف هذه العلاقة رياضيًا بوصفها قيمة أسية لحجم (مساحة) الجزيرة (تتراوح بين ٠.١ و٠.٤). فعلى سبيل المثال، لو قارنت جزيرتين تختلفان فى الحجم بمعامل ١٠، فلك أن تتوقع أن تجد ما بين ١.٥٨ (أى $١٠^{٢}$) و ٢.٥١ (أى $١٠^{٤}$) أنواع أكثر على الجزيرة

---

(١) عن كتابيهما: **Vandermeer**, J.H. and **Goldberg**, D.E Population Ecology: First Principles.

الأكبر مساحة. تطرح نظامية هذه العلاقة عبر عديد من الجزر آلية علية أساسية، ودفعت علماء البيئة إلى التساؤل: هل هذه الآلية ذاتها فعالة فى نظم بيئية أكبر غير الجزر أم لا؟

إن السبب الواضح وراء التركيز على أماكن جغرافية معزولة هو أن تلك العلاقات أكثر سهولة فى تعريفها حين تكون هناك أنواع أقل للدراسة وتنوع أقل فى الجغرافيا والطقس. وعن طريق تحديد عدد العناصر المساهمة وكذلك التعقيد، يتمتع هذا الاقتراب بقوة تبسيط البحث عن المبادئ العامة، لكنه يتسم بخطر التبسيط المفرط للتعقيد المتأصل فى النظم الضخمة، مما يقلل من قيمة أو يغفل عن أوجه الشبكة البيئية العلية. لذلك " افتراض أنه بسيط" له مزاياه، لكن ينطوى على خطر قابلية التطبيق المحدود على النظم الأكبر.

تؤدى دراسة الجزر والتوصل إلى فهم ما لبيئتها إلى القدرة على اعتبار كل منها "وحدة unit" طبيعية أو نظامًا، وعلى توفير أساس لمقارنة نظام بآخر. هذه هى الخطوة التالية فى تعريف العلاقات و" القوى forces" ذات المقياس العريض التى تعمل على مواقع متعددة، وقد تساعد فى تعريف القوى العلية المبطنة التى تعمل على مستوى الميكرو للبيئة. هذا هو الاقتراب الذى استخدمه داروين حين عرف التماثلات والاختلافات عبر جزر جالاباجوس وأدمج هذه المعلومات فى معرفته بالنظم البيولوجية الأخرى ليطور ويعزز نظريته فى التطور الطبيعى. وحديثا تبنى هذا الاقتراب روبرت ماكرثر وإى. أو. ويلسون Robert McArthur and E. O. Wilson فى كتابيهما: *نظرية الجغرافية الحيوية للجزر* *The Theory of Island Biogeography*، حيث يدرسان فيه كيف يتأثر تكوين الأحياء فى الجزر بحجم الجزيرة وبعدها عن اليابسة، ثم يستخدمان هذه البيانات لاستخلاص تعميمات عن أثر الأنواع الجديدة على توزيع الأنواع الموجودة فعليًا. لقد فسرا النتائج على أنها تدعم

المفهوم الواسع للأحياء عن التوازن واستخدما هذه الفكرة لاشتقاق تعميمات عن كيف تستجيب النظم الإحيائية للتغير. واستنتجا من هذه التعميمات أن آليات الحفاظ على التوازن تعمل على مستوى النظام على نطاق واسع. إن هذا يمهد الطريق نحو تحديد تلك الآليات.

تتمتع استراتيجية استخدام المعرفة المكتسبة من دراسة التفاعلات المتعددة الفردية لوضع تعميمات عن النظم الأضخم بتاريخ طويل من النجاح فى البيولوجى وعلوم أخرى، لكن كان من الصعب تحويلها لتعريف الآليات العلية عند المستوى البرنامجى. لعل أحد الأسباب هو أن العلاقات بين المتغيرات الفردية غالبًا ثنائية أو خطية، فى حين أن تلك التى توجد فى النظم المعقدة تميل إلى أن تتسم باللاخطية. إن تطوير الأدوات من أجل اختبار الآليات العلية المحتملة مثل الحفاظ على التوازن هو هدف لم يتحقق بعد، لكنه سوف يكون ضروريًا إذا ظل الدعم الإمبريقى للآليات العلية المقترحة معيار الاستدلال العلمى.

تنطبق الفوائد المحتملة والمحاذير نفسها لو بدأ الشخص بالتركيز على العلاقات عند المستوى الجزئى فى النظم البيئية؛ وباستخدام هذه المعرفة بوصفها نقطة انطلاق لتعريف التعميمات حول العلاقات المتعددة المستويات والأنواع. هناك مثال لطيف على هذا الاقتراب هو المراجعة التى قام بها يونج وكراوفورد Young and Crawford. لديناميات نظام التربة soil system. لقد فسرا تجمع التربة الطينية عند المستوى الذرى بمصطلحات القوى الكهروستاتيكية وقوى فان دير فالس[1]، وعند المستوى الخلوى بوجود مواد صمغية الشكل تفرزها البكتيريا والفطريات، وبالمساهمة الفيزيائية لتلك البكتيريا العضوية الشكل والفطريات، وعند المستوى الميكروسكوبى للأحياء متعددة الخلايا بربط جزئيات التربة بجذور النبات معًا. ومن المدهش أن

---

(١) Van der Waals عالم هولندى، سميت باسمه.

نعرف أن تجمع جزئيات التربة فى المساحة التى وجدت فيها البكتيريا والفطريات التى تساهم فى تجمع التربة يتبع توزيع قانون الرفع.

يمكن مد هذا النموذج لوصف العلاقات بين العناصر التى توجد تحت الأرض (التربة) وفوق الأرض من النظم البيئية- التى تدعم وتميز البيئات الغنية والشحيحة. تشمل العوامل التى يمكن أخذها فى الاعتبار الخصائص الفيزيائية للتربة، والوفرة المعدنية فى التربة، ومساهمات النباتات والحيوانات. هذا الارتباط للتركيب الفيزيقى الحيوى للتربة (أى الفيزياء) وبيولوجى الميكروبات التى تسكن . التربة (علم الأحياء المجهرى)، وبيولوجى النباتات (علم النباتات لبلد ما)، وسلوك (علم الحيوان) الحيوانات يبرهن على كيف يمكن أن يستوعب دمج معلومات عن عناصر نظام أصغر التعقيد الذى يوجد عند المستوى نظام أكبر. يتطلب مثل هذا الفهم للنظام تكامل المعلومات والخبرة من فروع علمية متنوعة تعتبر الآن منفصلة، ومزيجًا من المناهج والاقترابات ليست فى ذخيرة أى شخص ولا حتى عدد من الأشخاص لا يتجاوز عدد أصابع اليد. وسواء كان يمكن اشتقاق التفسيرات العلية وإثبات صحتها من الوصف متعدد المستويات على غرار هذا المثال أم لا، فهى نقطة بانتظار أن نعرف الاجابة عنها، لكن هذا هو السبيل الذى اتخذه العلم فى الماضى. سوف يفحص الفصل الثامن مناهج مقترحة لتجاوز هذه المشكلة، لكن تجدر الإشارة هنا إلى أن البرهان على أن تلك النظم المتعددة تتبع النمط نفسه (صحة التطبيق المتقاربة)، والقدرة على وصف العلاقات عبر أنسجة أكبر وأكبر (التناسق)، والقدرة على برهنة أن العلاقات المتنبأ بها توجد فى مواقع أو نُظم لم تُدرَس من قبل (صحة التوقع) من بين المناهج الإمبريقية المتاحة. إن دراسات التوازن والاختلال فى الجزر التى قام بها ماكرثر وويلسون وداروين هى أمثلة على استخدام الظاهرة التى تحدث طبيعيًا لتوليد ثم التأكد أو إثبات صحة آليات عليّة أكبر.

من ناحية ثانية، كما أظهرت نظرية الشبكات، كلما كبر النظام، زادت احتمالية أن يتمتع بعناصر فريدة. هذا يزيد من صعوبة إثبات صحة الافتراضات العلية عند مستوى النظام، ويوضح أكثر التحدى الذى يثيره عدد متزايد من العلاقات اللاخطية التى توجد مثل حجم النظام وزيادة التعقيد. وهذا بدوره يثير احتمال أن يتطلب تعريف الآليات العلية التى تعمل عند مستوى النظام استراتيجيات تحليلية فريدة أو مختلفة عن تلك المستخدمة لدراسة العلاقة بين متغيرين أو عدة متغيرات أو بين نظم بيئية صغيرة وكبيرة.

يشار أحيانًا إلى البدء بعناصر صغيرة وأساسية من النظام ودمج المعلومات الأخرى فى فهم أوسع باقتراب " القاعدة- القمة". هذا الاقتراب يسعى لفهم الكل بأن يفهم أجزاءه أولاً. فى اقتراب "القمة-القاعدة "، ينصب التركيز المبدئى على النظام ككل وعلى تعريف العلاقات بين أجزائه المكوّنة له؛ أى التحرك من اتجاه فهم الكل إلى فهم كيف تترابط أجزاؤه معًا. إن دراسات الجزر وتعريف العلاقات المضاعفة بين عدد الأنواع والمساحة مثال على الوصف من القمة إلى القاعدة؛ إن التحرك من الفهم الكهروستاتيكى لديناميات التربة إلى فهم واسع لدور الأنواع المختلفة لهو مثال على اقتراب القاعدة-القمة. يتمتع كل منهما بعناصر قوة، وعلى الأرجح يتطلب الفهم الشامل لآليات العلية، خاصة البرنامجية، إلى تراكم معرفى من كليهما على السواء. يبدو علم البيئة عند بداية هذه السيرورة من تعريف الآليات العلية التى تشرح كيف تخرج النظم الضخمة إلى الوجود وكيف تستمر فى العمل. وبالتأكيد من المبكر استنتاج أن المسائل معقدة للغاية بحيث لا يمكن تعريف الآليات العلية للقطع بوجودها.

نستطيع أن نجد مثالاً على اقتراب القمة- القاعدة نحو علم البيئة الذى يبدأ عند مستوى من التجريد أعلى كثيرًا فى كتاب سيمون ليفن Simon Levin مملكة

هشة: التعقيد والعموميات *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. بعد أن تستعرض ليفن عددًا من الموضوعات البحثية فى علم البيئة، تستخلص ستة أنماط عامة وتفاعلات فى النظم البيئية:

١- تتكون النظم البيئة من أنماط منتظمة من التفاعل والاستجابة يمكن للإنسان أن يدونها ويميزها ويدرسها.

٢- تتطور تلك الأنماط الميكروسكوبية عادة عبر فترات طويلة من الزمن وتقوم على صيرورات تحدث عند المستوى الموضعى.

٣- تلعب الحوادث التاريخية Historical Accidents دورًا كبيرًا فى تحديد أنماط التطور والاستقرار.

٤- إن الصدفة، التى تعمل من خلال الحادثة، وتحتوى آليات النمو والتطور والأحداث البيئية والسيرورات العشوائية هى قوام substrate[1] الصيرورة.

٥- ينتج عن تفاعل عدة نظم بيولوجية نظم بيئية تشجع التنوع diversity.

٦- ترتكن النظم المتكيفة المعقدة على التنوع واللاخطية والتنظيم الهيراريكى.

إن تلك المبادئ نموذج لأنواع التعميمات التى يمكن تعريفها حين يُطبق اقتراب القمة-القاعدة. إن أحد المباحث الواضحة منها هو أن العلاقات اللاخطية الناشئة تلعب دورًا مهمًا فى النظم البيئية. إن دور الصدفة التى تعمل علة مهيئة هو مبحث آخر. تذكر ليفين أن بعض التحولات التى تحدث فى منطقة واحدة من النظام يمكن أن تصبح عامة/ شائعة موضعيًا لأنها محايدة؛ أى لا تقدم أى ميزة أو عيب،

---

(١) القوام أو الركيزة فى علم الأحياء هو السطح الذى يعيش عليه النبات أو الحيوان ويشمل مواد حية وجمادية... إلخ. ويستخدم المؤلف هذا المصطلح بهذا المعنى فى سياق الكيمياء كذلك والتى قد تعنى الأنواع الكيميائية فى تفاعل كيميائى ما (الإنزيمات على سبيل المثال).

لكن فيما بعد، حين تحدث تغيرات أخرى، تصبح منتشرة على نطاق واسع لأنها تقدم ميزة ما. فى هذه الحالة، تعمل البيئة بوصفها علة محفزة، والانتقاء طبيعى علة برناجية. وقد يبدو شيوع هذا التغير على نطاق واسع لاخطيًا لأنه لم يُتَحْ ملاحظة التغير المهيئ على الرغم من تراكمه التدريجى؛ وقد يبدو ظهور التكيف أنه يحدث خلال فترة قصيرة من الزمن، موحيًا بعلة مفاجئة مقولية لاخطية، لأن التكيف ينتشر بسرعة حين يحدث الظرف الثانى. ناقش الفصل الثانى هذه النقطة فى علاقتها بنظرية " التوازن المتقطع[1] punctuated equilibrium" فى التطور والنشوء لالدريج وجولد.

إن نموذج التغير هذا الذى يعبر عن حدث أو تغير صغير استهلالى، غير ملحوظ غالبا، يسبق التغير الكبير التالى وضرورى لحدوثه، وقد يصعب اكتشافه، وهو ليس ما يفكر فيه الناس غالبًا حين يسعون إلى ترسيخ علل الصيرورة فى البيئة. قد يتطلب (نموذج التغير) عمل تحليل متأنٍ لتفاصيل الموقف المعين للكشف عن الدور الضرورى للتغير المهيئ (و" الصغير" على ما يبدو)، فى الوقت الذى يحتاج فيه إلى منظور شامل لملاحظة التغير الذى يحدث على نطاق واسع. من ناحية ثانية، هذا لا يعنى أن اتجاه العلية من الكبير إلى الصغير. فى الحقيقة إن البيانات التى استعرضتها ليفن تبرهن أن الاتجاه غالبًا من الصغير إلى الكبير.

يبرهن هذا الاستبصار كذلك على عملية التعميم التى يمكن استقاؤها من النقاش الذى طرحه الكتاب عن التفاعلات الجينية-البيئية. وتميل التطرفات البيئية إلى تعظيم تأثيرات كل من التنوع الجينى والانتقاء البيئى. لو بقيت التطرفات البيئية لعدة أجيال، سوف تنتقل تلك السمات الجينية التى تتمتع بقدرة أكبر على التكيف فى البيئة المتطرفة إلى النشء الجديد لأنها سوف تتوالد أكثر على الأرجح. وبصيغة أخرى، إن

---

(١) فى الفصل الثانى أشار المؤلف إلى هذه النظرية بنظرية التقطع للتطور punctuated theory of evolution ولم يأت على الاسم العلمى للنظرية إلا هنا.

التركيب الجينى للسكان يعكس نتائج الانتقاء الطبيعى؛ إن الانتقاء الطبيعى هو الاسم الذى أطلق على الملاحظة العلمية التى رصدت أن السمات التى ترفع نسبة رجحان البقاء على قيد الحياة والتوالد تصبح السائدة فى تلك البيئة. لو أن البيئة مستقرة عبر الزمن، تتطور حينئذ الملكة الجينية لتناسب تلك البيئة. وفى ظل التغيرات الكبيرة/ الجذرية فى البيئة، يقل احتمال أن تعبر الملكَة الجينية التى تعتمد اعتمادًا كبيرًا على تلك العناصر البيئية التى تغيرت عن الملمح الجينى فى مداه الكامل.

إن دراسة حقل علمى شامل مثل البيئة يكشف أن التغيرات يمكن أن تحدث داخل النظم التى لا تؤثر على عناصر أخرى من ذلك النظام. فعلى سبيل المثال، قد لا يكون هناك تأثير لتغير فى نوع أو عدة أنواع حتى على أنواع أخرى ولذلك لن يتأثر النظام ككل. وهذا يعيد صياغة إحدى الأفكار الرئيسية فى الاقتراب الأرسطى للعلية: يؤثر مقياس التحليل على نتائج هذا التحليل. ويمكن فهم بعض الآليات العلية بملاحظة العلاقة بين عنصرين فقط، بينما تتطلب أخرى فحص التفاعلات بين عدة عناصر، ومازال يمكن ملاحظة علاقات أخرى ودراستها عند مستوى النظام فقط.

لذلك ملاحظة ليفن : " يتطلب رسم صورة كاملة دمج التفسيرات وملاءمتها معًا عبر المقاييس...هناك أنماط حتمية إلى حد كبير عند مقاييس معينة، بينما تمثل أنماطًا أخرى عند مقاييس أخرى تنظيمـًا ذاتيًا"- هذه الملاحظة هى إحياء للاقتراب الأرسطى نحو المستوى البرنامجى من التحليل العلى وقابل للتطبيق على دراسة النظم عامة.

من ناحية ثانية، هل هذه آليات علية حقيقية؟ لا، بالأحرى، لو تم تأكيدها وإثبات صحتها، قد تقع من بين مقولة قوانين نيوتن أو قوانين الديناميكية الحرارية. إنها تسعى إلى وصف نقطة البداية؛ أى، مجموعة من المبادئ التى يمكن اشتقاق الأفعال العلية منها. ومع ذلك، هذا لا يعنى تعذر تفسير الآليات العلية المبطنة لها فى المستقبل. فعلى سبيل المثال، تعتبر قوانين نيوتن الآن مستقاة من نظرية النسبية. لو أن تلك

التعميات أو غيرها حول النظم البيئية استطاعت أن تمر من اختبار التمحيص والفحص الدقيق بنجاح وتم قبولها على نطاق واسع، يمكن أن تفيد بوصفها مجموعة من المبادئ الأساسية يمكن اشتقاق آليات علية منها. فإذا لم تتسم بالعمومية بالنسبة لكل النظم البيئية، أو اتضح أنها خاطئة أو يمكن اشتقاقها من مبادئ أساسية أكثر، فلا يمكن إذن أن تصبح نقطة انطلاق يمكن اشتقاق التنبؤات العلية منها. لذلك، من المبكر جدًا أن نَعرف ما إذا مبادئ القمة-القاعدة الموجودة التى يمكن أن ترشد تعريف الآليات العلية تعمل عند مستوى النظم البيئية أم لا. بناء عليه، يقدم الفرع العلمى الحديث نسبيًا علم البيئة مثالاً على موضوع يمكن فيه تعريف الآليات العلية عند المستوى البرنامجى، لكن من المبكر أن نعرف هل هذا هو النموذج أم لا.

الزمن والبيولوجى

افترض الفصل الأول وجود زمن أحادى الاتجاه بوصفه شرطا مسبقا ضروريا للاستدلال العلى، لكن أشار الفصل السادس إلى أن الزمن قد يسير فى الاتجاه المعاكس مع الحركة بسرعة أعلى من سرعة الضوء؛ إذ يتمتع الزمن البيولوجى بملامح عدة تتوافق مع المتطلب أحادى الاتجاه المتلاحق سببيًا الضرورى فى ترسيخ العلية. أولا، هو زمن أحادى الاتجاه لأن عديدًا من التفاعلات البيولوجية عند المستوى الجزئى والميكروجزىء، نهائية غير قابلة للإعادة أو الرجوع فيها ولا يمكن "فَضّها" ما إن يحدث التفاعل. فعلى سبيل المثال، ما إن يثار العصب، لا يمكن الرجوع فى الأحداث الكيميائية والكهربائية التى حدثت، حتى ولو أعادت المواد الكيميائية التى تحررت دورتها من جديد. إن هذا الملمح حقيقى خصوصًا فى السيرورات البيولوجية التى تتكون من تسلسلات متعددة الخطوات والتى لا يمكن أن تجرى فى ترتيب "عكسى"؛ وحتى إن انعكست خطوات فردية فيها، تشمل سلسلة الأحداث عدة خطوات لا

تتسم بهذا. نتيجة لهذا، تتكون عديد من السيرورات البيولوجية التى تتراوح من تفاعلات جزىء البروتين-البروتين للوصول إلى البلوغ من سلسلة من الأحداث التى تقع فى ترتيب معين يمكن معرفته. وبما أن العلية تتطلب علة قبل المعلول، يقدم البيولوجى عدة أمثلة يوجد بها هذا العنصر الضرورى لتعيين العلية.

إن العنصر الثاني فى الزمن البيولوجى هو وجود " ساعة" داخلية فى عديد من الكائنات الحية. تتكون هذه الساعات من تسلسل من التفاعلات الجزئية تحدث عبر فترة زمنية محددة، وتتكرر فى نمط منتظم، وتنظم السلوك فى نمط قابل للتنبؤ ومنتظم. هناك مثالان معروفان بالنسبة للإنسان وهما الساعة اليومية التى تسير فى دائرة من أربع وعشرين ساعة تقريبًا طوليًا وتتضح فى دائرة النوم-اليقظة المنتظمة التى يتبعها معظم الناس؛ ودورة الحيض التى تستغرق شهرًا تقريبًا وتسيطر على التبويض وتخثر جدار الرحم (الطمث) لدى النساء فى عمر الحمل والإنجاب. إن دراسة تلك الساعات الداخلية والأنماط المنتظمة التى ترتبط بها هى نطاق علم البيولوجى الزمنى.

إن المُوّجه الأولى لإيقاع الساعة اليومية فى الإنسان مجموعة من الخلايا فى نسيج المخ تسمى النواة فوق التصالبة (SCN). إن وظيفة تلك الخلايا هى ساعة وحيدة توجه عددًا من العمليات المختلفة التى تتكرر فى نمط قابل للتنبؤ به. وتختلف فترة هذه الساعة إلى حد ما من شخص إلى آخر (٢٤.١ ساعة فى المتوسط) و" تضبط ثانية " بدورة النهار-الليل (البيئة). ويمكن أن تجبر الساعة على إعادة ضبطها سريعًا بالسفر عبر أكثر من منطقة زمنية واحدة؛ إن الشعور بالإرهاق بعد السفر (نتيجة اختلاف التوقيت) هو نتيجة فسيولوجية للعرقلة المفاجئة التى حدثت لنمط المُدخل input المعتاد الذى تقدمه نظامية دورة النهار-الليل.

تنظم خلايا النواة فوق التصالبة عمليات متعددة إلى جانب دورة النوم-اليقظة، من بينها نمط اختلاف درجة حرارة الجسم خلال اليوم، إذ تصل حرارة

الجسم إلى أدناها عدة ساعات قبل الاستيقاظ؛ والإفراز النمطى لهرمون الكورتيزول، الذى يصل إلى ذروته نهارًا مع الاستيقاظ وإلى أدناه الساعة ١٠ مساء تقريبا. تنتج هذه الدورات عن تفاعل متناسق تسلسلى لمجموعة من البروتينات التى توجد فى مناطق متعددة من المخ وفى مكان بعيد عنه حين تقع الوظيفة المستهدفة فى عضو آخر. وهناك ساعة أخرى توجد فى منطقة من المخ تسمى الهايبوتالامس (ما تحت الوهاد)، وهى تعمل بالأكل وتنظم نشاطات أخرى. هناك ساعات أخرى توجد خارج المخ وتنظم نشاطات أخرى.

إن الملمح الثالث من الزمن البيولوجى هو التلاحق السببى للأحداث التى تقع عبر حياة كائن حى واحد عند نقاط محددة، ومحتمة فى دورته الحياتية. يشار إلى تلك الأحداث بعمليات النمو وتحدث غالبًا مرة واحدة فقط. ومثال على ذلك هو مرحلة البلوغ. يبدأ تسلسل النمو عند الحمل، ويوجهها برامج جينية "مدمجة" هى نفسها فى جينوم كل نوع من أنواع الكائنات الحية.

يمكن أن تؤثر الأحداث البيئية اللاجينية تأثيرًا عظيمًا على هذا التسلسل وعلى التكوين النهائى للفرد. خذ مثال الطول؛ إذ يصل الإنسان الفرد البالغ إلى طوله النهائى عبر الوقت، لكن ليس بمعدل ثابت. ويمكن أن يقلل الطول النهائى ويعوق برنامج النمو (الجينى) فى نمط لا يمكن الرجوع فيه عدم كفاية التعرض لعنصر ضرورى مثل ركيزة غذائية محددة أو أشعة الشمس الضرورية لإنتاج فيتامين د أو التعرض لسموم بيئية تتدخل فى عملية النمو الداخلية فى أوقات حرجة خلال المرحلة الجنينية أو الطفولة أو البلوغ. والنتيجة هنا انحراف دائم عن النتيجة المحتمة مسبقًا. يقدم نمو المخ الطبيعى مثالاً آخر؛ حيث تتكون عديد من الخلايا فى المخ ثم " يتم إزالتها" أو تشذب فى تسلسل محدد مع تقدم مراحل نمو الجنين والرضيع بعد ذلك. إن الأحداث البيئية، مثل تناول دواء جرعة واحدة، تتدخل فى هذه العملية ويمكن أن ينجم عنها نمو غير

طبيعي ويؤدى إلى خلل وظيفى دائم أو موت الفرد إذا حدث هذا فى وقت حرج. يتحقق إذن النمو العادى نتيجة تسلسلات داخلية ومحتمة مسبقًا من الأحداث ونتيجة تفاعل البيئية وتلك الاتجاهات المتأصلة. بما أن أحداث النمو يجب أن تحدث فى تسلسل معين وعادة لا يمكن الرجوع فيها ما إن تحدث، تعتمد الأحداث التالية لها على استهلال أحداث سابقة أو كمالها.

ترسم تلك الأمثلة ملمحًا آخر من الزمن البيولوجى: المغزى البارز لفترات زمنية معينة خلال عملية النمو. إن هذه الفترات الزمنية القصيرة نسبيًا لكن الحاسمة/ الحرجة هى إحياء لـ " النقاط العقدية nodal points " التى عرفها علماء نظرية النظم وناقشها الفصل الخامس؛ البنى، و الحوادث أو الوقائع التى ترتبط بأحداث أخرى عديدة وتلعب دورًا أساسيًا أو استراتيجيًا فى التسلسل السببى نتيجة ترابطها الوثيق. هذه الأهمية البارزة لأحداث معينة أو لفترات زمنية محددة ترسم الآلية التى تتحقق بها العلية اللاخطية فى البيولوجى.

أكد النقاش عن الزمن فى العلية البيولوجية حتى الآن على السيرورات المتأصلة، لكن يبرهن النقاش السابق عن الأوبئة المرضية المعدية أن الزمن أحادى الاتجاه يعمل كذلك فى نمط تسلسلى بيئى ميكروسكوبى. تتطلب عديد من الأوبئة المتكررة الحدوث بنظامية مثل شلل الأطفال إلى تراكم عدد ضخم بما يكفى من الأفراد ذوى قابلية للإصابة بسهولة بالمرض فى التعداد السكانى لكى يسمح للمتعضية بالانتشار بسهولة فى المجموعات السكانية وبين المجموعات السكانية على السواء. وما أن يتعرض عدد ضخم بما يكفى من الأفراد للمرض ويكونون مناعة تجاهه أو يموتون، يقل عدد الأفراد ذوى القابلية للإصابة بالمرض بسهولة، ويختفى الوباء. إن إعادة تراكم عدد كاف من الأفراد ذوى قابلية للإصابة بالمرض بسهولة يسمح بتعزيز عدوى جديدة منتشرة على نطاق واسع سريعًا مرة ثانية- هذا التراكم يحتاج إلى زمن.

إن الأوبئة الإنفلونزية تتنوع على هذا الموضوع بما أنها تحدث نتيجة تولد ذرية جديدة من الفيروس. يتسم فيروس الإنفلونزا بعامل مهيأ جينيًا لحدوث التحول أو الطفرة (العامل المهيئ الذى يشكل جزءًا من السلسلة العلية)، وتحدث الطفرة للفيروس والبكتيريا باستمرار أثناء وجوده فى أنواع من الكائنات الحية معينة مثل الطيور والخنازير والبشر. بناء عليه، تزيد عبر الزمن نسبة رجحان أن تحدث طفرة مختلفة تماما عن السابقة الموجودة التى لن تقدم المناعة السابقة وقاية منها، وسامة بما يكفى لتسبب المرض. هنا، يزيد مرور الوقت نسبة رجحان أن يقع حدث صدفة؛ أى طفرة تسبب المرض فى البشر. لهذا، بينما يلعب الزمن دورًا عليًا فى أوبئة الإنفلونزا وشلل الأطفال، فهو يلعبه فى نمط سلبى واحتمالى. هذا مثال عن الزمن بوصفه عنصرا ضروريا فى التلاحق السببى البرنامجى.

والخلاصة: إن انتشار الساعات البيولوجية أحادية الاتجاه وتسلسل النمو غير قابل للرجوع فيه خلال الطبيعة فى كل من النباتات والحيوانات إشارة إلى مركزية الزمن أحادى الاتجاه بالنسبة للوظيفة البيولوجية. ولعله مصدر من مصادر قناعة الإنسان بوجود بناء العلية.

تطبيق النموذج ثلاثى الجوانب على البيولوجى

من وجهة نظر القمة-القاعدة، يمكن فهم العلية فى النظم البيولوجية على أنها تعمل عند مستويات عديدة بالتزامن (الوجه ٢)، بالأسلوب الذى طرحه أرسطو إلى حد كبير. على سبيل المثال، يمكن اعتبار بعض عناصر البرنامج الجينى عناصر ***مهيئة*** فى أى فرد لأنها تشمل اتجاهات على نتائج مرجحة لكنها ليست حتمية مسبقًا إطلاقًا. يمكن أن ينقطع هذا التسلسل بأحداث ***معجلة*** مثل التعرض لهرمونات فى مصادر المياه أو دواء معالج أو الحرمان من عناصر غذائية ضرورية فى أوقات معينة يمكن أن

يكون لها آثار دائمة على مظهر هذا الوجه من النمو. إن عناصر البرنامج الجينى يمكن أن تكون معجلة كذلك؛ فعلى سبيل المثال، سوف يطور كل الأفراد الذين ورثوا نسخة واحدة من الجين الذى يتسبب فى مرض هنتنجتون هذا الاعتلال لو عاشوا طويلاً بـما يكفى. أما البلوغ فهو مثال على العلية *البرنامجية*؛ فهو يحدث نتيجة وقوع عديد من الأحداث المختلفة وسيرورات متعددة ينسق فيما بينها برامج جينية متعددة ويتأثر بأحداث بيئية متعددة. يمكن تصور مفاهيميًا عملية التنسيق التى تحدث بين عديد من الأحداث التى يجب أن تقع فى تلاحق برامج تسلسلية متوازية ومتعددة تستهلى وتحافظ على عديد من الأحداث الإلزامية؛ أى، المبرمجة، وتوقفها. إن " المُبرِمج" والمُنسِق هو شفرة جينية، وبهذا المعنى يمثل العلية البرنامجية، لكن يمكن تصور السلسلة بأكملها على أنها أكثر من أجزاء فردية، وعلى أنها مثال على العلية الناشئة.

أما من وجهة نظر اقتراب القاعدة-القمة، فإن كل عنصر فى تسلسل الأحداث الجزيئية التى تبطن عملية بيولوجية ما، على سبيل المثال إنتاج أو تثبيط بروتين معين فى وقت معين، وفتح المستقبل الذى يتسبب فى تغير ما فى تكوين (شكل) البروتين، أو وقف أو تفكيك بروتين ما – كل عنصر من هذه العناصر يخلق حدثًا جزيئيًا معينًا، يمكن أن ينتج عنه، إذا نفذ خطأ، شذوذًا *مقوليًا* مثل عيب خلقى أو الموت. تعتمد عديد من الأحداث، مثل الطول النهائى، على اختلافات تدرجية *بعدية* فى كمية قوام ما متوفر أو كمية الزمن التى ينشط خلاله. ينتج عن هذا توزيع جرسى الشكل للخصائص الكلية وأفضل ما يفسرها النمذجة العلية الاحتمالية. تساعد النمذجة *اللاخطية* على فهم سبب التدخل فى فترات النمو. فعلى سبيل المثال، مع نهاية الحرب العالمية الثانية عانت هولندا من مجاعة شديدة. لقد أثر نقص العناصر الغذائية الأساسية على الأجنة الذين استمروا فى الحياة، ومن بين الآثار التى عانوا منها طول أقل كمجموعة وزيادة خطر الإصابة بالفصام.

على الرغم من أن تلك الأمثلة عن الزمن البيولوجى تتناقض مع تنبؤ نظرية النسبية أن الزمن انعكاسى، فهى لا تتناقض مع ملمح رئيسى آخر لنظرية النسبية: يعتمد المعدل الذى يتقدم به الزمن على العلاقة بين الراصد والمرصود. يمكن أن "تسرع" أو" تبطئ" الساعات البيولوجية بتغيير علاقة الكائن الحى بمحرك الساعة. فعلى سبيل المثال، تحويل دورة النهار/ الليل بالطيران عبر مناطق زمنية ينتج عن إرهاق فرق التوقيت. وينتهى هذا حين تضبط من جديد الساعة بدورة الليل/ النهار فى الموقع الجديد. يحدث هذا الضبط الجديد للساعة عن طريق " إسراع" أو" إبطاء" الساعة الداخلية بحيث تلائم المحرك الخارجى، دورة الليل/ النهار فى المكان الجديد. لا ينتج عن القيام برحلة ذات مسافة مماثلة يسافرها الكائن الحى فى اتجاه الشمال- الجنوب ويظل ضمن المنطقة الزمنية تغير فى طول اليوم لأن دورة الليل/ النهار لا تتحول. وبالمثل، يمكن أن تحدث أحداث قبل برنامجية فى مسار النمو قبلاً أو بعدًا بسبب أحداث محولة أو بسبب التعرض لأحداث ما ضرورية لكى يقع الحدث. هناك مثال على التكيف الإيجابى مع الزمن النسبى هو استخدام بعض الكائنات الحية لخاصية عدم قابلية التنبؤ التى تميز حدث ما ضرورى لتنظيم توقيت دورة حيواتها. إن التوازن الدائم (Dauer Larvae) لبعض أنواع الكائنات الحية يتطلب مياه للنضج أو التوالد. إن الأنواع التى تعيش فى مناطق تتسم بتقلب فى توفر المياه وندرتها تدخل إلى حالة تجرى عملياتها البيولوجية فى حدها الأدنى لسنوات. وتظهر أنها فى حالة " حياة معلقة". وحين تمطر فى النهاية، تسترجع الكائنات الحية سريعًا النمو والتكاثر.

هل يقدم الاستنساخ فرضية مضادة للادعاء بأن الزمن البيولوجى أحادى الاتجاه؟ إن الإجابة هى لا حتى الآن، لأن الاستنساخ- نزع خلية جذعية من كائن حى بالغ، وحقنها فى بويضة مستأصلة، والمؤونة التى تحتاجها لتنمو فى كائن حى بالغ آخر- لم ينتج عنه مضاعفة *مطلقة* للكائن الحى. وسواء كان السبب عملية الصدفة

(يناقشها القسم التالى من الفصل)، أو العجز عن مضاعفة البيئة ذاتها التى ينمو فيها بالضبط (ربما تجلى لمبدأ اللايقين)، أو التحولات المتقنة التى تثيرها عملية إزالة النواة، أو التغيرات مابعد التكوين فى بنية الجين، أو مزيج من بعض من هذا أو كله، تختلف كل الكائنات الحية المستنسخة إلى اليوم اختلافًا دقيقًا عن الكائن الحى الذى حصلت منه على الخلية الجذعية، تمامًا مثلما يتمايز "التوأم المتطابق" فى نظر هؤلاء الذين يعرفونه. وسواء ظل هذا حقيقيًا فى المستقبل أم لا، فهى مسألة غير واضحة، لهذا قد يبقى الاستنساخ مثالاً على " إعادة الضبط" البيولوجى لساعة الزمن أحادية الاتجاه؛ لكن هذا لا ينطبق على الانعكاسية.

أخيرًا، إن اتجاه الزمن فى النظم البيولوجية ملمح أساسى من ملامح النظرية الرئيسية فى البيولوجى، أى نظرية النشوء والتطور الداروينية. يحدث التطور عبر الزمن فى تسلسل محدد لا تتسم بالحتمية ولا التكرارية. لقد ظهرت ملامح بيولوجية مماثلة عدة مرات عبر مسار عمر الأرض، إن هذا يدعم فكرة أن هناك شيئًا ما، بافتراض البيئة، " تختار"، أو تؤثر على هذا الظهور، لكن ليس هناك دليل على أن هذا المؤلف يعى أن هناك نسخة متماثلة تمامًا قد تطورت أكثر من مرة. وسوف يناقش الفصل الحادى عشر التطور.

يرسم هذا النقاش عن الزمن البيولوجى تطبيق المنطق الإمبريقى فى الوجه ٣. تدعم البينة البيئية المستخلصة من نطاق استثنائى من الدراسات انتشار الساعات البيولوجية فى كل مكان وطبيعتها الاتجاهية واللاانعكاسية، ودورتها، وآلياتها الجزيئية والميكروجزيئية. إن الادعاء بأن أى عملية منتشرة جدا لابد أنها تتمتع بتفسير على ما لن يتلاءم مع المعيار الصارم لدى بوبر عن قابلية التكذيب، غير أن انتشارها فى المملكتين النباتية والحيوانية وتعددية الآليات الموجودة التى تتسبب فى تقسيم النشاط الدورى إلى يومى وموسمى وسنوى بل وأطول من هذا حتى يطرح شيء ما أكثر من

هذا. إن هذا هو جاذبية المنطق السردى فى الوجه ٣. قد يقرر الشخص ألا يتفكر فى سبب انتشار الساعات البيولوجية فى كل مكان، لكن تجنب السؤال أو الادعاء بأن حصانتها أمام التجربة القائمة على الفرضية يجعله غير علمى هو اختيار بتجاهل أو التغاضى عن سؤال فاتن وواضح. تسمح الساعات للكائنات الحية أن تعمل على درجة عالية من السهولة فى أوقات معينة وعلى درجة منخفضة أو صفرية من السهولة عند أوقات أخرى. إن الحيوانات والنباتات الذين ينشطون فى النهار يؤدون وظائفهم أفضل فى ضوء الشمس ويتمتعون بوظائف فسيولوجية مثل مستويات أعلى من الكوليسترول ودرجات قصوى من اليقظة فى ذلك الوقت من اليوم. بالنسبة للكائنات الحية الليلية، العكس صحيح. فإذا استعنا بتفسير دارويني - أن تلك الوظائف تتعايش لأنها ترفع من نسبة رجحان أن يبقى الكائن الحى على قيد الحياة ليتناسل - فهو يقدم تفسيرًا قويًا، وإن كان غير قابل للاختبار. سوف أطرح للنقاش فى الفصل الحادى عشر أن مفهوم التطور قوى جدًا **لأنه** يقدم سردية يمكن تطبيقها على عديد من تلك الظروف، ولأن من المستحيل دُحضه. وبلاشك، سوف لا يوافق البعض ويتصور مفاهيميا أن وجود الانتقاء الطبيعى إمبريقيا، لكن وجود الزمن البيولوجى ينشد تفسيرًا. إن قصة الخلق فى التكوين التوراتى، حيث يرسخ الله وجود النهار والليل خطوة أولى فى خلق الكون، تعكس مركزية هذا اللغز واستخدام المنطق الإكليركى اقترابا على آخر على السواء.

هل يعنى التناقض الظاهر بين مفهوم الفيزياء المعاصرة عن الزمن بأنه لااتجاهى والادعاء المطروح هنا بأن الزمن البيولوجى أحادى الاتجاه أننى على خطأ؟ إننى أطرح أن هذين النموذجين المتمايزين تمامًا من الزمن يبرهنان على كيف يمكن أن تتسم بنية ما بتضمينات أو تفسيرات مختلفة، بل متناقضة حين ينظر إليها من مستويات مختلفة من التحليل. فى الفيزياء المعاصرة، تسود النظرة دون الذرية، على الرغم من اهتمام علماء الفلك بتطور الكون عبر فترات كبيرة من الزمن، على الرغم من أن الأحداث التى

تحدث عند سرعة الضوء أو أسرع منه معقولة ظاهريًا. أما فى البيولوجى، علم دراسة الحياة على كوكب الأرض، فتسود النظرة العضوية، مع أن دراسة الظواهر على المستوى الجزيئى وحتى أساسها دون الذرى مناطق نشطة جدًا فى البحث العلمى، ومع أن انتشار الساعات واللاانعكاسية فى عديد من سبل الكيمياء الحيوية والأحداث تجعل الزمن أحادى الاتجاه حتميًا، فإن قبول وجهات النظر المتناقضة ظاهريًا هو إحياء لثنائية الموجة/ الجزىء- إذ تدعى بأن المادة يمكن أن توجد تزامنيًا فى شكلين مختلفين ظاهريًا؛ وأن الراصد هو من يعين أيًا من الصفتين مُحَقَّقة.

يقترح هذا الكتاب اقتراحًا مماثلاً يبطن الاقتراب نحو العليّة. لو افترض لشخص وجود العلية وسوّغ هذا الافتراض بالفوائد التى تنبثق عن تطبيقها، أى، منفعتها، إذن فنموذج اتجاهية الزمن الذى يبطن كثيرًا من هذا الكتاب مسوغ. إن الزمن أحادى الاتجاه يشرح شرحًا أفضل ويتوافق توافقًا أكبر مع العالم كما هو معروف لعلماء البيولوجى: هناك علل للأحداث يمكن معرفتها، ومناهج يمكن استخدامها لدعم علاقة العلة/ المعلول دعمًا مستقلاً. من ناحية ثانية، إن البدء بمقدمة أنه يمكن تجاوز سرعة الضوء، وهذا الزمن لذلك لااتجاهى يؤدى كذلك إلى عدة تنبؤات دقيقة ولهذا تتسم بالمنفعة والجمال على السواء. قد يتسبب فرض حتمية أن وجهة نظر ما تتسم بقوة وفاعلية أو "حقيقية" أكثر من أخرى فى تبديد هائل لقوة التفسير. إن هذا يعنى، أن الفائدة الناجمة عن قبول تلك الأفكار المتناقضة ظاهريًا هى تعاظم قوة التفسير إلى حدها الأقصى.

الصدفة فى العلية البيولوجية

تطرق الكتاب فى عدة أماكن إلى الدور الذى تلعبه الصدفة فى فهم العلية؛ لكنه لم يناقشها بوضوح. يطرح كل من كالب فينش وتوم كيركوود Finch and Tom Kirkwood Caleb فى كتابهما الفاتن *الصدفة والتنمية والتقدم فى العمر* ***Chance,***

Development, and Aging، أن الصدفة عنصر من ثلاثة عناصر، إلى جانب الجينات والبيئة، تلعب أدوارا مهمة فى تطور الكائنات الحية. فى هذا السياق، تحمل كلمة " صدفة" معنيين فى النظم البيولوجية. الأول: " الصدفة العشوائية Random chance" الذى يشير إلى النتائج غير القابلة للتنبؤ كلية؛ الثانى: " الصدفة الاحتمالية Stochastic chance" ويشير إلى المواقف التى يمكن التنبؤ فيها بتنوع نتائجها. هناك مثالان على التنوع الاحتمالى فى التعبير الجينى وهما الوقت المضبوط الذى يستغرقه البروتين الذى ينتجه الجين للتفاعل مع مستقبله المعين؛ وتنوع المسافة التى يجب أن تسافرها المادة (تنتشر) قبل الوصول إلى هدفها. إن التنوع فى كل منهما محصور فى حدود ويمكن وصفه رياضيًا. علاوة على ذلك، يمكن أن ينتج عن هذا التنوع نتائج مختلفة. وبما أن الصدفة الاحتمالية يمكن قياسها بهذه الطريقة، فيمكن دمجها فى النماذج العلية.

ومع أن رجحان الصدفة العشوائية يمكن وصفه رياضيًا، فهو غير قابل للتنبؤ لذلك يوصف عليًا وصفًا مختلفًا. إن هذا يعنى أن الصدفة الاحتمالية هى شكل من العلية الاحتمالية أو البعدية وتنتج على الأرجح تنوعات صغيرة أكثر من نتائج ثنائية متمايزة. وعليه، فهى أكثر انتسابًا إلى العلية/*المهيئة*. وعلى النقيض، فإن الصدفة العشوائية غير قابلة للتنبؤ غالبًا، وأكثر انتسابًا إلى العلية المقولية والمُعجّلة. من ناحية ثانية، هناك استثناءات على تلك التعميمات، فعلى سبيل المثال حين يرتبط ارتباطًا وثيقًا توقيت حدث ما أو كمية قوام ما بأحداث تالية بحيث يؤدى تنوع صغير إلى شذوذ رئيسى فى النمو. هذا يمكن أن يكون مثالاً على العلية البرنامجية لو هذا كان نتيجة تأثير ما على جين أو بروتين على علاقة وثيقة.

هناك ثلاثة أمثال تتبع نموذج الصدفة الاحتمالية وهى انتقاء أى من مجموعات الخلايا المتطابقة تهاجر وأى منها تشذب؛ وأى نصف من الانقسام الخلوى اللامتماثل

ينمو؛ والحركة البراونية للجزئيات Brownian motion of molecules. كل من هذه الأمثلة قد ينتج عنها نتائج مختلفة ولذلك عليّة، غير أن وقوع كلٍ منها قابل للتنبؤ به فى نظام معين حين تجمع ملاحظات كافية. هناك أمثلة على الصدفة العشوائية التى تنتمى إلى النموذج العلى وهى: التعرض للتسمم عند نقطة معينة من النمو؛ والتحولات التى تستحثها الأشعة الكونية من الفضاء. إن الصدفة الاحتمالية وجه أساسى من السيرورة؛ أما الصدفة العشوائية فهى مفروضة خارجيًا على السيرورة.

لذلك، تنتمى الصدفة الاحتمالية إلى حد ما إلى مبدأ اللايقين؛ إذ تضع قيدًا على الدقة المطلقة للقياس والتنبؤ، من ثم على التنبؤية العلية، لكنها لا تمحو القدرة على وضع تنبؤات دقيقة دقة استثنائية أبدًا. من وجهة نظر فينش وكيركوود، يمكن أن تلقى الدراسة والتجربة الضوء وتُعرّف الآليات المبطنة للتنوع الصدفى فى النظم البيولوجية، عن طريق وصف الحدود القصوى للتنوع وحصرها، وتحسن دقة التنبؤات. على سبيل المثال فى نقاش عن مركزية الظروف الأولية فى نظرية الفوضى، لاحظ العلماء أن متطلب وجود كمية معينة من القوام عند وقت محدد فى عديد من العمليات البيولوجية يمكن أن يؤدى إلى نتيجة مختلفة اختلافًا جذريًا فيما بعد حين توجد اختلافات صغيرة فى الكمية عند بداية العملية. وبعد فحص عديد من الأمثلة على هذا الحدث، يمكن أن يتوقع الشخص رجحان نتائج معينة، وعن طريق تعريف العوامل التى تؤثر على توفر ذلك القوام عند ذلك الوقت المعين، يمكن أن يفهم اختلافات النتيجة فى الصدفة الاحتمالية. من ناحية ثانية، وعلى غرار مبدأ اللايقين، لا تستطيع الصدفة الاحتمالية توقع نتيجة الموقف الفردى، لأن هذا يمكن بعد أن يقع الحدث فقط. تشير الصدفة الاحتمالية إلى أن ذلك التنوع متأصل وحتمى.

وبعد أن قدم فينش وكيركوود اقترابًا نحو دراسة آليات الصدفة وتشفيرها، يقدمان ترياقًا لفكرة تجد قناعة عامة وهى أن الصدفة ترادف عدم قابلية التنبؤ كلية.

فعلى سبيل المثال، إن إدراك أن إنزيمين معينين فى فيروس الإنفلونزا يتمتعان بالقدرة على التحول تكرارا وأن هذا يؤدى إلى ظهور ثابت لذرية جديدة للفيروس أدى إلى برامج رقابية تراقب الفيروس على نطاق العالم وتعريف أى من الذرية الجديدة هى الفتاكة تحديدًا. أنعشت هذه المعرفة تطور الإجراءات التى يتم بها إنتاج التطعيمات التى تستهدف التنوعات الجديدة وتوزيعها خلال شهور، مما يؤدى إلى تقليل رجحان حدوث الوباء إلى درجة عظيمة. وهكذا، أدى إدراك الآليات التى تعمل بها الصدفة الاحتمالية إلى مجموعة من التدخلات خفضت إلى الحد الأدنى حدوث نتيجة غير مرغوب فيها.

ومن المثير للاهتمام أن نلاحظ بأن داروين توقع أن تنوع الصدفة هو الوسيلة التى يعمل من خلالها الانتقاء الطبيعى. يظل التنبؤ ممكنًا، لكن ليس عند مستوى الكائن الحى الفردى. إن هذا يعنى أن الصدفة لا تمحو التنبؤ بل تعيقه.

أخيرًا، يذكرنا فينش وكيركوود أن اللغة المستخدمة لوصف تلك العمليات يمكن أن تؤثر على كيفية تفسيرها. قد يعنى التوكيد على عشوائية الصدفة بالنسبة للبعض أنها لا تتسم بالطواعية للدراسة أو القياس، أو أن الأحداث غير مهمة، أو أنها وراء مجال دراسة العلم. وكلها غير صحيحة. علاوة على ذلك، يمكن أن يؤثر عزو الأحداث إلى الصدفة على القيمة المنتسبة لها. على سبيل المثال، يمكن وصف الأحداث البيئية التى تحدث فى أوقات حرجة بأحداث صدفوية أو تأثيرات بيئية. تعنى كلمة "صدفة" ضمنًا أنه لا يمكن تجنب وقوع تلك الأحداث أو أنه لا يمكن معرفة الإسناد العلى لها، بينما تعنى كلمة " التأثيرات" ضمنًا أنها طيّعة للتأثير عليها وتُفهم على أنها أحداث عليّة فى الطبيعة. هذا المثال عن كيف يمكن أن تحمل معانى الكلمات تضمينات عليّة مختلفة حتى عند وصف الظرف نفسه هو توضيح لأهمية السردى بوصفه موضوعا فى الفصل التاسع.

تعميمات حول العلية في العالم البيولوجي

١- إن العلية فى النظم البيولوجية معقدة غالبًا لكنها ليست غير معينـة. توضـح عديد من الأمثلة التى ناقشها هذا الفصل تعقيـد العلاقـات العليـة فى العـالم البيولوجى. وهذا بسبب أن عديدًا من الأحداث المهمة (طول البالغ الفـرد، والتهاب الجيوب الأنفية واضطراب ضربات القلـب الـذى يـسبب الوفـاة) تنتج عن مجموعة من التفاعلات بـين عوامـل متعـددة. يجـب ألا يثـير هـذا الدهشة فى ضوء تعقيـد عديـد مـن الأحـداث الفـسيولوجية العاديـة مثـل الاستجابة المناعيـة للغـازين الأجانـب، والتوصـيل الكهربـائى فى القلـب، والطول النهائى الذى يصل إليه الفرد البالغ، لكن يجب أن تنبهنا هذه المعرفة لكى نكون حريصين حـين نفكـر فى عبـارات تحمـل تـضمينات عليـة مثـل "الطبيعة مقابل التنشئة" أو " الجينى مقابل البيئى". لعل البـساطة جمـالاً فى عيون البعض (موسى أوكام)، لكن ما يسميه شخص بساطة هـو حكـم لا تخضع له الطبيعة دائمـًا. ومع ذلـك، تـبرهن الدراسـة العلميـة عـبر مئـات السنين الماضية على إمكانية تعريف التفسيرات العلية.

٢- يعظم التحليل عند مستويات متعددة قوة التفسير إلى حدها الأقـصى. وبيـنما كان جاليليو محقا فى ملاحظتـه بـأن التعقيـد والـصعوبة فى تفعيـل النمـوذج الأرسطى يقيد القدرة على دراسة العلية فى الطبيعة، سـمح تطـور كثـير مـن الأدوات والمناهج عبر القرون منذ جاليليو، للعلماء بتعريف العوامل العليـة المتعددة ووصفها. وكما توضح عدة أمثلة فى هـذا الفـصل، أصـبح الآن مـن الممكن والمثمر على السواء فحص تفصيلى للعلاقات العليـة عنـد مـستويات متعـددة. فعـلى سـبيل المثـال، إن أدوات اختـصاصى البيولوجيـا الجزيئيـة واختصاصى الجينات السكانية واختصاصى الأمراض المعديـة واختـصاصى

علم الأوبئة وواضع الخطط الصحية- كل هذه الأدوات كانت ضرورية للقضاء على الحصبة على الكرة الأرضية لأن كل هؤلاء العلماء والمتخصصين فى تلك الفروع العلمية استطاعوا تعريف الخطوات العلية التى تتطلب تدخلاً فى السلسلة العلية. لم يكن جاليليو مخطئًا. بالأحرى هذه أول مرة فى تاريخ البشرية تتوفر الأدوات المنهجية والمفاهيمة الضرورية لفهم العوامل المتعددة التى تعمل عند مستويات متعددة.

٣- يتمتع الزمن البيولوجى باتجاهية متأصلة لاانعكاسية.

٤- سوف تتسم دائماً القدرة على توقع النتائج فى النظم البيولوجية بحدود قصوى، لكن يمكن زيادة الدقة فى التنبؤ مع مزيد من الدراسة. إن التفرد النسبى فى الأحداث الفردية، سواء كان عند مستوى الجزىء أو البيئة، والذى يرتبط بتعقيد كثير من العلاقات العلية- هذا التفرد يقيد القدرة على وضع تنبؤات دقيقة فى أى موقف وحيد. إن التحدى الذى يثيره عديد من الأمثلة البيولوجية ليس تعريف عامل على وحيد، بل على الأحرى تعيين قدر التأثير العلى الذى يجب عزوه إلى كل من العناصر المتفاعلة. هذه صيغة أخرى لذكر الطبيعة الاحتمالية أو البعدية لكثير من العلاقات العلية. يقيد مبدأ اللايقين البيولوجى اليقين المطلق لأنه لايمكن تحديد كل البارامترات بيقين، لكن يمكن كما هو واضح اكتشاف التعميمات الواسعة عن الآليات العلية.

إن الحدود القصوى التى تقيد القدرة على وصف العلاقات العلية فى النظم البيولوجية تنتج عن العدد الضخم من العناصر فى عديد من النظم وتفاعل كثير من النظم المختلفة عند مستويات مختلفة، والدور الذى تلعبه الأحداث الصدفوية، والأهمية غير المتجانسة للشروط الأولية (المبكرة) أو الأحداث.

إن استخدام المناهج ووجهات النظر المتعددة يزيد من قدرة تعريف العناصر العلية المحددة وفهمها، كما يحسن أكثر التقدم المستمر فى المناهج وقياس القدرة على تعريف الآليات العلية والنتائج. لذلك، حتى مع أن " مبدأ اللايقين البيولوجى" يعنى عدم إمكانية الوصول إلى دقة ١٠٠٪، فقد تزيد دراسات إضافية المعرفة وتحسن القدرة على وضع التنبؤات على السواء.

٥- إن المضاعفة وقابلية التكذيب واختبار الفرضية أدوات مهمة للبرهنة على الدقة والعلية فى البيولوجى، لكن يتسم تطبيقها بحدود قصوى متأصلة فيه. إن القدرة على تكرار ما حدث فى الطبيعة ومضاعفته محدودة. وهذا يضع قيودا على استخدام أدوات المضاعفة وقابلية التكذيب واختبار الفرضية فى دراسة الآليات العلية. يتمتع كل نوع وبيئة ونظام وكون بعناصر فريدة به/ بها. إن كثيرًا مما تم إنجازه وتحقيقه فى المعرفة العلمية خلال نصف الألفية الماضية كان عن طريق استخدام الاقتراب الذى أوصى به جاليليو: عزل عناصر محددة لدراستها. إن التحدى الرئيسى الذى يواجه المستقبل هو تطوير مناهج يمكن أن تختبر بطريقة أفضل الآليات العلية المقترحة عند مستوى النظم.

تعميمات فى البحث فى الآليات العلية فى النظم الضخمة

يطرح هذا الفصل كذلك تعميمات واسعة عن العلية عند المستوى البرنامجى:

١- ليس من الممكن تعريف كل التأثيرات العلية فى النظم الضخمة والمعقدة تعريفًا حاسمًا. وبما أن النظم الضخمة تتكون من عديد من العناصر، ليس من الممكن وصف، *فى آن واحد*، كل العلاقات بين العناصر المكونة بدقة كاملة ورياضية. علاوة على ذلك، إن النظم ليست استاتيكية بل تتغير عبر الزمن. قد ينتج عن تغير فى العلاقة بين عنصرين فقط من عناصر النظام

تغيرات فى الأوجه الأخرى من النظام التى تتفاعل معها. وبصياغة أخرى، إن العلاقات بين العناصر الفردية من النظام معقدة فى حد ذاتها. بناء عليه، ليس من الممكن تحديد بدقة كل المساهمين العليين ودرجة مساهمتهم فى العلية فى النظم المعقدة.

إن مسألتى، القدرة المحدودة على تعريف كل التفاعلات واستحالة قياسها كميًا فى آن واحد، يقيدان كذلك القدرة على توقع نتيجة التغير فى جزء واحد من النظام. يصح هذا وبخاصة على المدى الطويل، بما أن نظرية الفوضى تتنبأ بأن الاختلافات الأولية الصغيرة يمكن أن تؤثر تأثيرًا عظيمًا على النتيجة على المدى البعيد.

لهذا، لا يمكن وصف العديد من النظم وصفًا كاملاً، جزئيا لأن من وضع معنى النظام وحدوده هو الإنسان (النقطة الأولى فى قائمة ليفن) وجزئيا لأن الطبيعة منظمة بحيث يزيد تصاعديًا (أسيا) عدد التفاعلات مع زيادة عدد العناصر، لذلك من المستحيل وصف كل عنصر من ذلك النظام. إن هذه الحدود القصوى إحياء لمبرهنة جودل ومبدأ اللايقين لهايزنبرج.

٢- تتطور النظم المعقدة أو تدمج الآليات التى تحدد أو تشجع التغير. إن تركيب جزىء المياه، على سبيل المثال، يؤثر على نتيجة تغير الحرارة فى عديد من النظم الحيوية والجمادية. فى عالم الأحياء، تطور عدد من الآليات الجينية التى تمحو تسلسل الحمض النووى " غير المتوقع" أو بروتيناته المشفرة ، مما تقلل من رجحان بقاء الكائن الحى الفردى على قيد الحياة حين يحدث هذا التغير. يمكن تصور تلك الآليات مفاهيميًا على أنها تقصد غاية علية بمنع أو تشجيع نتائج علية معينة. لذلك، وكما ذكر كل من ليفن وأرسطو، تطور النظم آليات

تبدو أنها تتسم بسمات علية عند مستوى النظام، لكن هذا ينشأ عن عناصر فريدة لعناصر فردية أو معرقلة نسبيًا في النظام.

٣- إن ترسيخ حدود النظم المعقدة عشوائى. على سبيل المثال، لو هناك شخص معنى بشرح التغيرات فى طقس كوكب الأرض الذى حدث عبر الزمن، فهل يضم لب الأرض والشمس، بما أنهما مصدران مهمان للطاقة؟ وماذا عن الفضاء بين الشمس والأرض، بما أن له تأثيرا على تكوين الطقس؟ هكذا، غالبا يتم فرض الحدود عشوائيا للسماح باستمرار الدراسة والنقاش. من ناحية ثانية، هناك انقطاعات فى الطبيعة تعزل النظم المنفصلة، الأرض عن بقية الكون على سبيل المثال، وتقدم حدودًا قصوى معقولة يمكن أن يتعرقل ضمنها البحث عن الآليات العلية. إضافة إلى ما سبق، إن تعريف نظام ما يمكن أن يتطور مع اكتشاف العلاقات بين عناصره أو يمكن أن يتأثر بموضوع محدد يدرس.

الاختلافات بين علم البيولوجى والفيزيقى

تواجه العلوم الفيزيقية والبيولجية كثيرًا من التحديات المماثلة فى البحث عن العلية. تشمل الحاجة إلى شرح الظاهرة عند نطاق من المستويات من الصغير جدًا (على سبيل المثال، كيف يمكن أن يفتح تغير الشحنة الكهربائية قناة تسمح بأيون محدد فقط بالدخول إلى الخلية) إلى الضخم جدًا (على سبيل المثال، لماذا يسود نوع وحيد من الشجر فى منطقة جغرافية فوق عدة آلاف ميل مربع)؛ والرغبة فى استخلاص أحداث وقعت منذ زمن بعيد انطلاقًا من ظواهر مرصودة حاليا. إن هذا لا يبعث على الدهشة بما أن العناصر الأساسية التى يقوم عليها العالم البيولوجى هى التى تدرسها العلوم الفيزيقية.

هناك تماثل آخر بين العلمين هو أن كلا منهما ينظم المادة التى يدرسها فى نظم متعددة ومتفاعلة؛ يبنى علم البيولوجى فروعًا علمية حول تلك البنى مثل الجزئيات والخلايا والأعضاء والأجهزة الوظيفية والمتعضيات والأنواع، وتفحص العلوم الفيزيقية المادة عند مستويات مثل الجزئيات دون ذرية والنواة الذرية، والعناصر والأحجار والصفائح التكتونية والكواكب والنظم الشمسية، ... إلخ.

من ناحية ثانية، هناك اختلاف رئيسى بين العلوم البيولوجية والفيزيقية من الكيمياء والفيزياء والجيولوجى، وهذا الاختلاف له تأثير هائل على موضوع هذا الكتاب: نميل إلى تعيين الأهداف الغائية أو العلية لتلك المستويات المختلفة فى البيولوجى أكثر من العلوم الفيزيقية. فعلى سبيل المثال، يدرك علماء البيولوجى الذين درسوا القنوات الأيونية فى الخلايا العصبية أن تلك الخلايا جزء من نظام يبث رسائل كهربائية بمحاذاة مجموعات من الخلايا وأن كلاً من المسارات المنظمة تنتهى فى مجموعة أو أكثر من خلايا الجهاز العصبى المركزى الذى يتسم بوظائف مُعرّفة، وغالبا فريدة مثل الحس. من ناحية ثانية، مضى علماء البيولوجى فى عزو *غاية* لتلك الوظائف الحسية، كان من بينها تجنب الخطر (مسار الألم على سبيل المثال) وتعريف شىء ما لأكله (مسارا الشم والرؤية). يخصص كذلك علماء البيولوجى (والناس عامة) غايات لمجموعات من الكائنات الحية مثل المستعمرات البكتيرية والعائلات والقطعان والقبائل والمدن والدول والأمم. فعلى سبيل المثال، تفرز مستعمرات معينة من البكتيريا حين تعمل معا مواد عضوية تساعدها على التوالد أو الحصول على العناصر الغذائية لها؛ إن الكمية التى ينتجها كائن حى واحد بنفسه لا يمكن أن تدعم بقاءه على قيد الحياة بنفسه، لكن حين تنتج عديد من الكائنات الحية المادة معا فى آن واحد، تستفيد المجموعة كذلك الكائن الحى الفردى. وبالمثل، توفر العائلات البشرية الدعم الفيزيقى والعاطفى الذى يعظم النمو والبقاء على قيد الحياة واستمرارية

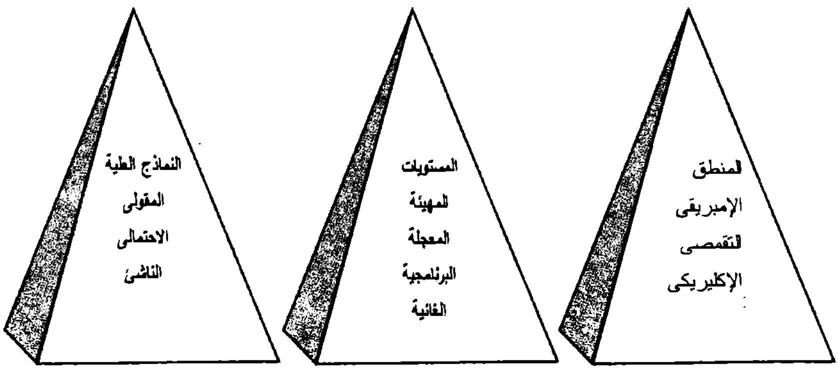
الأجيال المتعاقبة؛ تسمح مجموعات العائلات التى تعمل معًا بالحماية من المعتدين وتوزيع العمل؛ وتزيد كذلك المجموعات الأضخم – المجتمعات، والدول أو الأمم أو مجموعات الأمم- نسبة رجحان أن ينجو أعضاؤها كذلك تنتشر جيناتها وأفكار كل من الأفراد والمجموعة. هكذا، نحن نعزو غاية لكل مستوى من التفاعل، وتتضمن الغاية فى بعض الأحيان العليّة. هذا لا يحدث فى العلوم الفيزيقية. وفى بعض الأحيان يطبق هذا العزو السببى أيضًا دون تقدير للمعنى الهائل المضفى عليه. فعلى سبيل المثال، توصف الأنواع على أنها متكيفة مع الكوات الجديدة، أو تمد نطاقها أو متكيفة مع التغيرات الجذرية فى المعتدين أو الطقس أو الجغرافيا؛ إن كلا من هذا ينطوى على غاية ومن ثم علة النشاط المرصود.

إن هذا لا يعنى إنكار أن هناك وجها فرضه الإنسان فى وصف المستويات المختلفة من التحليل فى كل من البيولوجى والعلوم الفيزيقية، أو الادعاء بأن التمايزات التى طرحها علماء العلوم الفيزيقية حول الأشكال المختلفة من المادة غير صحيحة أو غير مهمة. على الأحرى، إن هذا ادعاء بأن تحليل الوظائف البيولوجية إلى مستويات مختلفة من التحليل يمكن أن يتأثر بالملاحظات حول الأفعال العلية التى تحدث عند مستويات مختلفة من التنظيم البيولوجى، فى حين أنه فى العلوم الفيزيقية، يعكس تحليل الظاهرة عند مستويات مختلفة إما مدى من الوظيفة القصوى للأداة العلمية أو صفة متأصلة فى الطبيعة. يعكس بحث عديد من علماء الفيزياء عن " نظرية المجال الموحد unified field theory" أو " نظرية لكل شيء theory of everything " والتى سوف تشرح كيف تعمل المادة عند كل مستويات التحليل- يعكس هذا البحث إيمانهم بإمكانية العثور على تفسير متماسك وحيد للمادة عند كل مستويات التحليل؛ وهو غير صحيح بالنسبة للعلوم البيولوجية.

هل يجب نقد هذا الميل لعزو غاية للاستدلال العلى فى العلوم البيولوجية وتجنبه؟ طرح جاليليو أنه يمكن وضع هذا المستوى الرابع من النموذج الأرسطى جانبًا. كان يركز على العلوم الفيزيقية، ومازال حتى اليوم يبدو أن التفسير الغائى يلعب دورًا صغيرًا إن لم يكن منعدم الدور فى التفسير العلى. من ناحية ثانية، لايزال يطبق على نطاق واسع التفسير الغائى فى العلوم البيولوجية. إننى أستخلص أن هذا يبرهن على قوة الغاية العليّة لفهم الخيال البشرى ومن الحماقة تجنبه أونبذه كلية. على الأحرى، يبدو أن استخدام النموذج الأرسطى لفصله عن الأوجه الأخرى من الاستدلال العلى يقلل من مخاطر تطبيقه تطبيقًا غير ملائم بينما يتيح فى الوقت نفسه استمرار دراسة عديد من الأسئلة " الكبيرة" عن "سبب" الأشياء.

الفصل الثامن

علـــم الأوبـــئـــة



علم الأوبئة هو العلم الذى يستخدم الدراسات السكانية ومجموعات الأفـراد لتعريف معاملات ارتباط correlates الصحة المعتلة وأسبابها. إن هدفه هـو تعريـف استراتيجيات الوقاية من المرض وعلاجه. وقد تطور هذا الحقل العلمـى فى منتـصف القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين نتيجة الرغبة فى تحليل الإحصائيات الحيوية مثـل سـجلات الميلاد والوفـاة التـى كانـت تجمعهـا الحكومـات؛ ونتيجـة إدراك أن من الممكن الوقاية من بعض الأمراض باسـتهداف مجموعـات مـن الـسكان عوضًـا عن الأفراد فقط.

هناك جذر مشترك بين كلمتى " علم الأوبئة epidemiology" و" وباء epidemic" ويعود الفضل لأبقراط Hippocrates للتميز بين الطبيعة النوبية أو الإنتيابية episodic للمرض الوبائى والطبيعة المستديمة persistent للمرض المستوطن endemic. فى القرنين الخامس عشر والسادس عشر، قتلت أوبئة الطاعون الأسود أعدادًا ضخمة فى جميع أنحاء أوروبا، وتسببت فى رعب عظيم، واليوم تحتل عناوين الأخبار اليومية أوبئة الإنفلونزا واعتلال الجهاز الهضمى (المعدى المعوى) مثل السارس SARS (الالتهاب الرئوى الحاد اللانمطى) والنوروفيروس norovirus، وفيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز. فى عام ١٦٠٠، بدأت بلدية لندن فى جمع أسبوعيا عدد المولودين المعمدين والجنازات من أجل تقييم حالة الطاعون. من ناحية ثانية، لم تستخدم البيانات حتى عام ١٨٥٤، حتى بدأ جون سنو John Snow، الذى كان يعمل للبلدة، فى رسم خرائط الأماكن التى عاش فيها الناس الذين عانوا من اعتلال الإسهال الهالك الذى نعرفه اليوم باسم الكوليرا cholera. لاحظ سنو أن هذا الاعتلال يحتشد فى مناطق معينة وأنها تتركز حول مضخات المياه التى تستمد منها تلك المجتمعات احتياجاتها من المياه. توصل إلى أن الإسهال ينتشر عن طريق المياه الملوثة وافترض أن من الممكن وقف الوباء لو مُنِع سكان المنطقة من استخدام مصدر المياه. ومن المعروف أن سنو عطل استخدام مقبض مضخة مياه شارع برووود Broad Street بسلسلة؛ وانحسر تفشى الإسهال.

إن ما فعله سنو هو أن استخدم قراءات الإحصاءات الدقيقة لتعريف الصلة بين اعتلال معين فى مجموعة معينة من الناس والصفة المشتركة بين هذه المجموعة (الجغرافيا فى هذا المثال)، وتعريف ما يشترك هؤلاء الناس معًا فيه (التعرض لمضخة المياه فى وسط المنطقة الجغرافية)؛ وافتراض رابط بين ذلك التعرض وانتشار المرض، ثم التدخل لمنع مزيد من حالات الوباء بقطع هذا النموذج المفترض من انتقال

العدوى. هذه السيرورة الاستدلالية متعددة الخطوات مثال لطيف على المنطق العلى المطبق، لكن، يجادل بعض العلماء إلى يومنا هذا أن تفشى الإسهال كان قد خمد فعليًا إبان تعطيل سنو لمقبض مضخة المياه، وأن فعله هذا لم يكن السبب الفعلى فى انحسار الوباء. ومع ذلك، لا يساور أى شخص الشك فى الصلة العليّة التى عرّفها(سنو) بين مصدر المياه والوباء، بما أن الكوليرا تنتشر عن طريق ابتلاع المياه التى تحتوى على عَصيّة الكوليرا.

تفحص، اليوم، دراسات علم الأوبئة عوامل خطر الإصابة مثل النظام الغذائى والسلوك والجينات وأماكن العمل والجغرافيا وصناعة تحضير الطعام؛ وتسعى إلى تعريف الصلات بين عوامل خطر الإصابة تلك والوباء المعين والانشغالات الصحية الوبائية. غير أن هذه الدراسات تواجه التحديات نفسها التى ثارت بشأن عثور سنو على صلة المرض. كيف يمكن أن يتأكد الشخص من أن الصلة بين حدثين هى الصلة العلية؟

ومن المثير للاهتمام أن سنو أجرى تجربته قبل اكتشاف نظرية جرثومية المرضgerm theory of disease . وعلى غرار جنر Jenner الذى اكتشف قبل قرن أن التطعيم بمادة من بثور جدرى البقر يمكن أن يقى من الإصابة بالجدرى، يعود الفضل لسنو فى تدارك تطور الحالات المرضية المستقبلية بمنع الانتقال (سلسلة انتقال العدوى) دون أن يعرف هوية العامل العلى أو مسبب المرض.

إن اكتشاف جنر للتطعيم / اللقاح، خلال تطبيق المنطق العلى المعقد، أدى إلى انتصار من أعظم الانتصارات التى حققها الطب المعاصر؛ والقضاء التام على مرض الجدرى مع عام ١٩٨٠ . تولى هذا المجهود منظمة الصحة العالمية WHO، واعتمد على الفرضية بأن سلسلة انتقال العدوى أو انتشار المرض المعدى يمكن منعها أو وقفه لو تم تحصين (مناعة) معظم التعداد السكانى فى مواجهة العامل العلى أو مسبب المرض.

ترتكن هذه الفرضية إلى الملاحظة العلمية التالية: ما أن يصاب الناس بالعدوى من عامل معين، الفيروس فى حالة الجدرى، لا يمكن أن يصابوا به مرة ثانية بعد شفائهم منه. بناء عليه يمكن أن يستمر مرض ما ينتج عن عامل معد فى أن يعدى الإنسان عن طريق أربع آليات فقط: أن " يعثر" باستمرار على أفراد جديدة لم يصابوا بالمرض من قبل؛ إصابة أنواع أخرى من الكائنات الحية والعيش داخلها حتى " يصبح متاحًا" الإنسان الذى لم يصب بالعدوى من قبل قط؛ العيش فى إنسان لم يطور مناعة فى مواجهته؛ أو العيش فوق أجسام جمادية حتى " يصبح متاحًا" الإنسان الذى لم يصب بالعدوى من قبل قط لإصابته بالعدوى.

بما أن فيروس الجدرى يعيش فقط فى الإنسان، فلابد أن يحافظ على حيويته بإصابة أفراد قابلة للإصابة بالمرض بسهولة. هذا الفيروس معد جدًا وينتشر بسرعة بين صفوف هؤلاء غير المحصنين (مناعة) فى مواجهته. فى الماضى كان الفيروس يمكن أن يكتسح السكان ويصيب بالمرض تقريبا كل فرد لم يتعرض له قط من قبل. بعد ذلك، سوف يحافظ على نفسه فى " مستودعات" من الكتل السكانية الصغيرة المنعزلة، عادة فى أماكن نائية من العالم. بعد عدة سنوات، سوف يوجد عدد ضخم من الأطفال الذين لم يصابوا قط بالفيروس فى مناطق آهلة بالسكان أكثر، وحين يدخل الفيروس مرة ثانية إلى تلك الكتل السكانية سوف ينتشر سريعًا فى نمط يعرف بالوباء بين صفوف هؤلاء الأطفال والبالغين الذين لم يصابوا به.

استدل أو افترض علماء الصحة العامة باستخدام المنطق العلى المباشر أن الجدرى يمكن القضاء عليه كلية بوصفه مرضا لو تم تطعيم معظم الأفراد الساكنين فى تلك الجيوب الصغيرة من العالم التى يمكن أن يحافظ الفيروس فيها على نفسه فى الفترات التى تتخلل الأوبئة.

تدشنت حملة شرسة مزجت تطعيم الأطفال والبالغين الذين لم يصابوا قط بالعدوى فى المناطق كثيفة السكان وتعريف تلك المستودعات النائية التى حافظ فيها الفيروس على نفسه فى الفترات التى تخللت الأوبئة. هذا تطلب تعريف تلك المستودعات النائية وبناء فرق مراقبة يمكن أن ترصد سريعًا العدوى الجديدة. فإذا تم تحديد تفشٍ جديد للمرض أو حتى عدوى فردية واحدة، سوف يتوجه فريق طبى إلى المنطقة المحددة لتطعيم الأفراد ذوى القابلية للإصابة بالمرض. وبالتدريج، قل عدد الجيوب التى تشمل الأفراد ذوى القابلية للإصابة بالعدوى حتى تم القضاء تمامًا على فيروس الجدرى فى آخر مستودع بشرى ومن ثم فى التعداد السكانى البشرى كله. اليوم، لم يعد الجدرى بلاء أو محنة يعانى منها البشر، ولم يعد ضروريًا تطعيم الجدرى لأن الفيروس لا يوجد فى أى إنسان. هذا إنجاز استثنائى نتج عن فهم دقائق الشبكة العليّة لذلك المرض. ومع أن عددًا متزايدًا من الأفراد الذين لم يتناولوا تطعيمًا فى مواجهة الفيروس حساسون للجدرى، فسوف يعود الفيروس مرة أخرى بلاء أو محنة بشرية لو تم إدخاله قصدًا مرة ثانية إلى الإنسان عن نية شريرة.

وعلى النقيض لاتزال الكوليرا مرضًا معديًا مدمرًا، تسبب أوبئة مرضية بعد ١٥٠ عامًا من تدخل سنو الذى أوضح أن من الممكن وقف انتشارها إذا أزيلت مصادر المياه الملوثة بالفيروس. تنتشر بكتيريا الكوليرا عن طريق مسلك البراز- الفم، وحاصرت أو قضت معالجة مياه المجارى وإضافة الكلور لتنقية مياه الشرب على الكوليرا فى عديد من الدول النامية. من ناحية ثانية، إن خطط معالجة مياه الشرب والمجارى مكلفة وتحتاج إلى استثمار طويل الأجل، وغير متوفرة حتى اليوم فى أجزاء عديدة من العالم. علاوة على ذلك، تحافظ عصية الكوليرا على نفسها فى المستودعات غير البشرية، وأعاق نظامها البيولوجى حتى الآن تطوير تطعيم فعال. لهذا، حتى مع مقارنة المعرفة البيولوجية وعلم الأوبئة لعوامل (مسببات المرض) مختلفة، تمارس

دقائق العامل العلى (مسبب المرض) تأثيرًا عظيمًا على ما يمكن عمله لكسر السلسلة العليّة.

يمنحنا حادث مضخة شارع برووود والقضاء على الجدرى والإخفاق فى السيطرة على الكوليرا فى أجزاء من العالم عدة دروس مهمة. أولا، على الرغم من أن معرفة بيولوجى فيروس الجدرى وعصية الكوليرا ساهمت فى القضاء على الجدرى والسيطرة على الكوليرا فى بعض الأماكن، فقد تطور تطعيم الجدرى وسلسل سنو مقبض المضخة قبل فترة طويلة من تعريف العوامل العلية (مسببات المرض)؛ بل حتى قبل تطور مفهومى الفيروس والبكتيريا. لذلك، يمكن أن تتغير النتائج حتى مع قصور أو جزئية المعرفة بعلتها أو عللها. ثانيا، إن القضاء على الجدرى والوقاية المحلية/ الموضعية من الكوليرا لم تتطلب فقط تعريف الكائن الحى المسبب للمرض (العلة)، بل فهم الديناميات المبطنة لانتشار كل عامل مرضى معدٍ معنى كذلك. تعتمد آليات الانتشار تلك فى النهاية على بيولوجى الكائن الحى بالطبع، لكن تعتمد كذلك على البيئة الخارجية للكائن الحى الفردى.

ثالثًا، ينجم، جزئيًا، انتشار تلك الكائنات الحية والطبيعة الوبائية للاعتلالات التى تتسبب فيها عن كيف تسلك تلك العوامل (مسببات المرض) فى مجموعات من الأفراد وكيف ينظم البشر أنفسهم بعيدًا عن الكائن الحى. إن هذا يعنى، أن جزءًا من الشبكة العلية هو سلوكيات الإنسان مثل العيش فى أماكن متكدسة بالبشر، والذهاب إلى المدرسة والتلامس فيما بينهم، والسفر من مناطق نائية من العالم إلى مناطق مأهولة. إن فهم هذه السلوكيات كان ومازال حاسمًا من أجل تصميم استراتيجيات السيطرة على المرض والقضاء عليه وتنفيذها بعد ذلك.

لم يتطلب فقط، على سبيل المثال، القضاء على الجدرى مناهج لتعريف تلك الأماكن فى العالم التى لا تزال تشهد حالات مرضية فيها، بل تطلب كذلك تعاون

الفاعلين الحكوميين وغير الحكوميين، ووصول فرق الرعاية الصحية المدربة بسرعة إلى المناطق المنعزلة فى أجزاء متعددة من العالم، والوسائل المالية لتنفيذ الجهد المنسق ومتعدد الجنسيات. كان يجب إقناع الحكومات المترددة بأن الهدف جدير بالسعى وراءه واحتاج الناس المعزولون الذين على تواصل قليل مع العالم الخارجى إلى جمعهم وإقناعهم بأنهم وأطفالهم يمكن أن يستفيدوا لكى ينجح البرنامج. ولتنفيذ هذا، كان على منظمى البرنامج الاطلاع على القيم والبنية الاجتماعية لمجموعات متعددة من الأفراد المنعزلة وشكل الحكم بها، وتطوير مناهج لتقديم نماذج المرض والوقاية منه إلى ناس لم تشمل خبرتهم ورؤيتهم للعالم أفكارًا حديثة عن تلك المفاهيم، وأن يتعلموا كيف يدربون الأشخاص الأصليين ويستفيدون منهم. هكذا، شملت الشبكة العلية للجدرى أكثر من الكائن الحى المسبب مع منهج معين لانتشاره. لقد شملت عوامل اقتصادية وسياسية وأنماط السكن والسفر والقيم والتنظيم الاجتماعى ومفهوم الوقاية ذاته.

إن علل الجدرى والكوليرا إذن متعددة ومعقدة. تشمل هذه العلل: العلة *المحفزة*، عامل معدٍ معين؛ ومجموعة من العلل *المهيئة* المتنوعة التى تضم خصائص جهازى المناعة البشرى والحيوانى غير البشرى، وأنماط التواصل بين البشر وأنماط التواصل بين البشر والحيوانات، وممارسات غسل اليد، ومجموعة من العلل *البرنامجية* التى تشمل الوسائل التى يحصل بها السكان على المياه، والقدرة الاقتصادية للدول والمناطق، وإتاحة برامج التطعيم، والمعتقدات الصحية للسكان، وما إذا كان هؤلاء الذين يسيطرون على البينة التحتية السياسية سوف يسمحون بالوصول إلى مجموعات الأفراد القابلة للإصابة بالمرض بسهولة أم لا. يمكن أن ترشد تلك المعلومات البرامج الناجحة مثل التى قضت على الجدرى وأن تساعد فى تعيين بدقة لماذا فشلت تمامًا برامج القضاء على شلل الأطفال والكوليرا حتى الآن.

هناك درس آخر مهم يمكن استخلاصه من نجاح برنامج القضاء على الجدرى: يمكن تشريح الأنماط العلية المعقدة جدًا، وتعريف أجزائها المكونة وفهمها، واستخدام المعرفة المحصلة لتحويل الأحداث غير المرغوب فيها أو القضاء عليها. ومع أن حلّ لغز بيولوجى فيروس الجدرى استغرق عدة عقود وقرون لتطوير استراتيجية وتطبيقها من شأنها أن تتناول الأفعال البيولوجية والبيئية والحكومية لحل الشبكة العلية، فقد تحقق القضاء على الجدرى سريعا نسبيا بعد تقديم الاستراتيجية ووضع المجهود لتطبيقها موضع التنفيذ. يقدم هذا المثال نموذجًا معارضًا للقلق من أن الطبيعة المعقدة التى تسمى عديدًا من الشكبات العلية تجعل تطبيق الاستدلال العلى عملاً عقيمًا. يمكن تشريح المشكلات وفهم تعقيدها، ويمكن أن تستفيد البشرية من الأفعال الفعالة القائمة على هذا الفهم.

تركز تدخلات أخرى ناجحة من الصحة العامة على مجموعات أو كتل سكانية بدلاً عن أفراد وتنير نقطة أخرى عن العلية البرنامجية. إن إضافة الفلوريد لمصادر مياه الشرب والانخفاض الحاد فى معدلات تسوس الأسنان وفقدها، وإمداد الفلوريد بفيتامينات ساعدت على القضاء على أمراض نقص فيتامين معين، وإضافة اليود إلى الملح، الذى قلل بدرجة عظيمة حدوث تضخم الدرقية- كل هذا يعتمد على "تعرض" عديد من الأفراد الذين لم يمرضوا قط إلى استراتيجية وقائية من المرض. وعلى غرار الجندى الذى لا يحارب، لكن تساهم وظيفته الداعمة للمجهود الحربى، فإن هؤلاء الأفراد جزء من الشبكة العليّة بالرغم من أنهم قد لا يستفيدون فرديا من الاستراتيجية التى تمنع الخلل. إن هذا يعنى أنهم عناصر من النظام عند المستوى البرنامجى كذلك أجزاء من الشبكة العلية. علاوة على ذلك، يرتكن اختيار مجتمع ما بأن يطالب الجميع بالتعرض لاستراتيجية وقائية- يرتكن إلى قيم سياسية وأخلاقية مشتركة مثل الإيمان بأن السكان الأكثر صحة هدف من أهداف الحكومة. يمكن

اعتبار تلك القيم المشتركة عنصرًا من المستوى البرنامجى للتحليل، كما ذكر أعلاه. سوف يناقش الفصل العاشر مفهوم العلية فى السياق الأخلاقى والروحانى والدينى، الذين يشار إليهم بالعلة الغائية، وهو المستوى الرابع من التحليل العلى. أريد أن أذكر هنا فقط مرورًا أن هدف الوقاية من المعاناة لعب دورًا عليًا فى اختيار البرامج الوقائية.

ومع أن الأمراض المعدية تقدم أمثلة مفيدة على التطبيق الناجح للاستدلال العلى، تتسم قضايا أخرى من الصحة العامة بتعقيد أكبر وتوضح بعضًا من تحديات الاستدلال العلى. فى ثلاثينيات وأربعينيات القرن الماضى، طُرحت ادعاءات تفيد بأن تدخين السجائر يسبب الإصابة بسرطان الرئة. وعلى غرار تطعيم الجدرى وتعطيل مقبض شارع بروود بالسلسلة، طُرح هذا الادعاء بدون معرفة الآلية البيولوجية المقبولة ظاهريا، وهذا، إلى جانب عديد من العوامل الأخرى، غذى الشكوك حول الرابط العلى. كيف إذن يمكن تحديد هل تدخين السجائر علة تطور السرطان أم لا؟

كانت مسلمات كوخ، النموذج المقولى للعلة، النموذج المطبق للعلة حين طُرحت أول مرة الصلة بين تدخين السجائر والسرطان. هل معاييره الثلاثة- تعريف العامل المسبب المرضى الذى يرتبط دائمًا بالمرض؛ و البرهان على أن هذا العامل يمكن أن يحث المرض؛ أو تقليل هيمنة المرض عن طريق القضاء أو السيطرة على العامل المرضى المسبب- يمكن أن تقدم البينة للتدليل على العليّة؟ فى عام ١٩٥٠، برهن كل من عالمى علم الأوبئة البريطانيين ريتشارد دول وأوستن برادفورد هيل Richard Doll and Austin Bradford Hill أن خطر تطور سرطان الرئة أعلى كثيرًا لدى هؤلاء الذين يدخنون سجائر عن هؤلاء الذين لا يدخنون سجائر. من ناحية ثانية، يصيب السرطان أفرادًا لا يدخنون سجائر، وعديدًا من الذين يدخنون سجائر لا يصابون بسرطان الرئة. وبناء عليه لا يمكن إثبات المسلمتين الأوليين لكوخ. وبالطبع لم يكن من الممكن اختبار الثالثة لأنه غير أخلاقى وغير عملى تعريض بعض

الأفراد إلى تدخين التبغ وآخرين إلى علاج مموه لتحديد ما إذا كان المدخنون أكثر احتمالا لتطوير السرطان. تلك التحديات، إلى جانب أسئلة أثيرت حول فاعلية سلسلة سنو لمضخة المياه، دفعت عدة علماء بارزين فى علم الأوبئة فى خمسينيات القرن الماضى إلى ستينياته للأخذ فى اعتبارهم ما أنواع البينة التى يحتاجها ترسيخ العليّة.

معايير برادفورد هيل Bradford Hill:

- الاتساق.
- قوة الصلة
- التلاحق السببى الزمنى.
- الاستجابة للجرعة أو علاقة تدرجية.
- النوعية specificity[1].
- التناغم.
- المعقولية الظاهرية البيولوجية.

هذه هى المعايير المعروفة والمقتبسة على نطاق واسع والتى وضعها برادفورد هيل (١٨٩٧ - ١٩٩١) فى عام ١٩٥٤. يوضح طول قائمة المعايير وحده صعوبة برهنة العلية برهانًا مقنعًا. تطرح هذه المعايير أن ليس هناك معيار وحيد أو حتى عدة معايير (مصطلح لم يستخدمه قط) سوف يكون مفيدًا فى كل المواقف. على الأحرى، وكما طرح كل من بيكون وهيوم قبل قرون منه، يطرح هذا الاقتراب أن عديدًا من الفرضيات العليّة يمكن أن تتمتع بمعقولية ظاهرية عن طريق تطوير خطوط مختلفة

(١) نوعية الحامل للمرض أو العدوى.

من البينة فقط، وعلاوة على ذلك، كلما زاد عدد الخيوط المتنوعة من البينة، زادت قوة العلاقة العلية وانخفضت احتمالية أن تكون الصلة المعروفة حدثت صدفة. يستخدم علماء علم الأوبئة عبارة صحة التطبيق التقاربية convergent validity لوصف هذا الاستخدام للخطوط المتعددة من البينة الذى يعزز النتيجة الوحيدة، ومصطلح الموثوقية أو المصداقية reliability لوصف المضاعفات المتعددة للتجربة نفسها أو النتيجة ذاتها. يزيد كل من الاقترابين رجحان أن الصدفة ليست التفسير للصلة التى وجدتها دراسة وحيدة، بل، ومرة ثانية، لا يمكن أن تدلل صحة التطبيق التقاربية بيقين مطلق أن صلة ما هى العلة، وذلك للأسباب التالية: قد لايزال هناك عامل ما آخر هو علة السوابق المفترضة؛ وأن الدراسة والقياس نفسيهما يؤثران على النتيجة النهائية؛ ولأن الاستدلال inference، كما ذكر هيوم منذ أكثر من مائتى عام مازال ضروريا لعمل الوصل النهائى Final connection.

هناك معيار آخر يمكن أن يدعم لكن لا يدلل على العلية ينعكس فى المسلمة الأخيرة لكوخ: إذا منع قطع العلاقة بين العلة المزعومة والاضطراب النتيجة من أن تحدث، فإن هذا يدعم العلاقة العلية. ومع ذلك، كما رأينا، إن انحسار الكوليرا بعد سلسلة سنو لمقبض المضخة أقنع كثيرًا أن الرابط العلى الذى طرحه بين مصدر المياه والإسهال صحيح، لكن يعتقد بعض المؤرخين المعاصرين أن الوباء كان قد خمد فعليا؛ أى إن تعطيل المقبض كان تأثيره ضعيفًا أو لم يؤثر على انحسار الكوليرا التالى على فعله. إن حقيقة أن معدلات الإصابة بسرطان الرئة قد انخفضت فى الولايات المتحدة بين الرجال بالتوازى مع المعدلات المنخفضة فى التدخين بين الرجال- هذه الحقيقة تقوى دعم الرابط العلى بين الاثنين، لكن يظل أن هناك بعض التغيرات البيئية الأخرى، مثل تقليل تلوث الهواء بفضل قوانين الحماية من التلوث، يمكن أن تفسر بعضًا من أو كل هذا الانخفاض فى معدل الإصابة بالسرطان. ومع ذلك يبدو أن هذا

التفسير البديل خاصة غير مرجح بما أن معدلات الإصابة بسرطان الرئة بين النساء فى الولايات المتحدة ارتفعت بعد زيادة معدلات التدخين بين النساء فى الخمسين سنة الماضية. وفى حين يظل احتمال أن هناك تفسيرًا ما آخر لهذا *الانفصال* dissociation بين معدلات الإصابة بالسرطان بين صفوف الرجال والنساء، يقوى هذا الاكتشاف أكثر بدرجة كبيرة الادعاء العلى.

على الرغم من أن هناك من يعتقد أن الرابط بين التعرض لتدخين السجائر وسرطان الرئة رابط حقيقى على نطاق واسع، يجب اكتشاف الآلية البيولوجية مع ذلك. إن هذا القبول واسع النطاق للرابط العلى بين تعاطى التبغ والسرطان يعكس على الأرجح قوة البينة التقاربية convergent evidence (تتوفر البيانات التى تتفق مع معظم أنواع البينة التى أدرجها برادفورد هيل، والاقتناع بين صفوف الخبراء ومزاولى مهنة الطب أن هناك صلة علية، وأخيرًا الاقتناع بين صفوف كثير من العامة أن التدخين يسبب سرطان الرئة). من ناحية ثانية، إن إنجاز(التسبب) معدلات أقل من تعاطى التبغ على مستوى السكان تطلب أكثر من إقناع العامة بالرابط العلى بين السرطان والتعرض لتدخين السجائر، لقد تطلب كذلك تغيير السلوك عن طريق وضع قيود على الوصول إلى التبغ، وعدم تشجيع تعاطى منتجات التبغ من خلال تشريع يحظر بيعه للشباب ويضع قيودًا على التدخين فى الأماكن العامة. إن خفض معدلات تعاطى التبغ الناجحة مثال جيد على الاستدلال العلى عند المستوى البرنامجى. وسوف أطرح للنقاش فى الفصل التاسع أن المناهج البلاغية تلعب دورًا مركزيًا فى إقناع الناس بحقيقة الروابط العليّة فى كل من العلم والاقترابات السردية مثل التاريخ. من المهم أن أذكر هنا، مع ذلك، أن إقناع العلماء والمشرعين ومسؤولى الصحة العامة والعامة بحقيقة الرابط العلى تطلب توظيف أدوات بلاغية عدة. ومع ذلك، هناك بعض الأفراد، خاصة الشباب، إما أنهم غير مقتنعين بأن هناك رابطًا، بل

حتى غير معنيين بها، تدفعهم أسباب أخرى (وهو نقاش لا ينصب فى اهتمام هذا الفصل والكتاب)، أو لا يدركون الرابط ويبدأون أو يستمرون فى التدخين. هذا يطرح أن الخط بين العلم والسردى ليس واضحًا دائمًا حتى فى حالة ما يوافق الشخص على وجود هذا التمايز بينهما.

كيف يمكن إظهار أن العلاجات الطبية تسبب فائدة أو أذى؟

تعالج الاعتلالات الطبية بعلاجات فيزيقية وطبية ونفسية لآلاف من السنوات. وتعالج عديد منها حالات من المرض مفترضة، وتدعى، كما فعل سنو، أن علاجا مستحسنا (موصى به) يسبب تحسنًا. وفى حين لازمت الشكوك حول فعالية علاجات معينة بقدر ما هناك علاج جديد مجرب، لم يقبل المجتمع العلمى منهجًا علميًا لدراسة التدخلات (العلاجات) إلا خلال الستين عامًا الماضية فقط. هذه النقطة تتصل بالمسألة العامة للعلية لأن التدخلات تستخدم كاختبار للعلية المحتملة فى عديد من الحقول العلمية.

إن المعيار الحالى لإيضاح أن علاجًا مقترحًا " يعمل" هو التجربة العيادية العشوائية (أو المنضبطة)، التى تعرف عموما بـ RCT. إن النقاش الذى يدور عن كيف أصبح هو المعيار الذى يقيم به بينة المداواة، نقاش جدير بأن يجرى ويطرح لأنه يبرهن على أن من الممكن تحقيق تحسينات فى الاستدلال العلى، ويوضح نقطة أخرى وهى أن من الممكن أن تتطور حتى المناهج الضرورية لتحديد هل هناك علاقة علية أو تطور اعتباطى واتفاقى؟

فى عام ١٧٥٣، أراد جيمس ليند James Lind أن يختبر فرضية أن الإسقربوط (ناتج عن نقص فيتامين ج) الذى يصيب عامة البحارة البريطانيين، ويمكن الوقاية منه بتناول فاكهة الليمون (الحمضيات). أجرى ليند دراسة قدم فيها لبحارة فى إحدى

السفن الليمون بينما قدم لآخرين المؤونة الغذائية المعتادة. لم يصب أى بحار على السفينة التى تناولت الليمون بمرض الإسقربوط؛ وبعض من تناولوا المؤونة الغذائية المعتادة أصابهم المرض. إن هذه المقارنة غير العلاجية أو المجموعة المرجعية (مجموعات التجارب المقارنة أو التجارب المنضبطة) سمحت لليند أن يحدد أن التغير (لا مرض) الذى رصده فى المجموعة المعرضة إلى العلاج (الليمون) يمكن عزوه إلى ذلك العلاج أكثر من الصدفة أو أى عنصر آخر غير معرّف فى البيئة. إن هذا يعنى أن الليمون أدى إلى (تسبب فى) الوقاية من الإسقربوط، وقدم، عن طريق التدخل، ترياقًا ما لتطور المرض. إن تموين البحارة البريطانيين بفاكهة الليمون بعد ذلك أدى إلى تسميتهم بـ " الليمونى Limeys"، لكن لم يلق المبدأ العام وراء المنهج الذى استخدمه ليند مائتى عام تقريبا انتباهًا.

إن أحد التحديات التى تواجهنا لإثبات الخطوة الثالثة فى معايير العلية لدى لكوخ- أن دخول الكائن الحى المسبب للمرض المفترض أدى إلى تطور المرض- قد عرفتها عوامل مدروسة هندسية تؤثر على نوعية صناعة المصباح الكهربائى فى مصنع جنرال إلكتريك General Electric فى هاوثورنHowthorne ، نيو جيرسى New Gersy فى عشرينيات القرن الماضى. لقد أدى مجرد ملاحظة العمال إلى تغير فى نوعية إنتاج المصابيح الكهربائية؛ أى، غير سلوكهم. فى حين أن هذه الملاحظة المؤثرة التى أصبحت معروفة بتأثير هاوثورن Hawthorne effect، كانت عاملاً وليدا للمهندسين الذين يحاولون تعريف إجراءات تحسن النوعية، فقد أثارت كذلك سؤالاً مهمًا حول تعيين العلة والمعلول: كيف يمكن استخدام إدخال تغير ما لدعم الادعاء بأنه يسبب نتيجة ما فى حين أن مجرد ملاحظة المشاركين فى الحدث يمكن أن يغيرها؟

تطورت الإجابة فى الوقت نفسه على يد الإحصائى رونالد فيشر Ronald Fisher، مع أنها لم تطبق على التجارب العيادية لمدة ثلاثين عامًا. إن فيشر الذى طور كثيرًا من الاختبارات الإحصائية المستخدمة اليوم، كان قد عين فى وزارة الزراعة البريطانية لتحديد كيف يمكن تحسين المحاصيل الزراعية. ولعقود كانت الوزارة تجرى تجارب تقارن بها أثر أوجه مختلفة من الزراعة مثل الرى ونوع الحبوب وأنواع التربة، لكنها واجهت مشكلة التفسير- بما أن حقلين ما لا يتشابهان تمامًا، كيف يمكن أن تعزو بثقة اختلاف النتيجة بين حقلين مختلفين تمت "معالجتهما" بطريقة مختلفة إلى الأساليب الزراعية التى كانت محل المقارنة، إذ قد تختلف الحقول كذلك فى كمية المطر أو الشمس أو نوع التربة أو المحصول المستخدم سابقًا؟

كان حل فيشر ذا وجهين: الأول، مقارنة عدة حقول، والثانى، استخدام تخصيص عشوائى لتعيين أى الحقول خضعت للأسلوب الزراعى "التدخل" التى كانت محل الدراسة وأيها خضع للأساليب الزراعية المعتادة. حقق هذا الاقتراب هدفين حاسمين. الأول، قللت مقارنة تدخل واحد نفذ فى عديد من الحقول مع الزراعة المعتادة فى حقول أخرى رجحان أن تكون الصدفة تفسيرًا لأى اختلاف مرصود، وفقًا لمبدأ أنه كلما زاد عدد قطع الأراضى المقارنة، زاد احتمال أن يتم رصد أى اختلاف حقيقى. قد تفسر الصدفة وحدها الاختلاف لو أن الحقول محل المقارنة صغيرة العدد، لكنها لن تفسر الاختلافات المرصودة حين تقارن كثيرًا من الحقول التى خضعت لتدخل واحد مع حقول عديدة خضعت لاقتراب المقارنة. طرح فيشر أنه حدد عتبة معيارا لإقصاء الصدفة تفسيرا للاختلاف المرصود فى النتيجة. ومع أنه لم يطرح رقمًا محددًا، فهذا هو أصل المعيار العالمى الآن بأن تستخدم احتمالية أقل من واحد فى العشرين ($p < 05$) عتبة لا يمكن تحتها أن تفسر الصدفة أو تكون علة الاختلاف مرصودًا. لم يكن مقارنة اقترابين فكرة جديدة، إذ درس ليند نفسه عدة

علاجات محتملة مختلفة للإسقربوط، لكن ما كان ثوريًا هو ترسيخ الاختلاف المطلوب بين المقارنات.

كان ابتكار فيشر الثانى أكثر ثورية من الأول، لكنه لم يقدر لعدة عقود. نتج عن التخصيص العشوائى أو المتناثر للتدخل بين عديد من الحقول تقليل إلى الحد الأدنى الاختلافات، أيا كانت، الموجودة طبيعيًا بين الحقول، بما أن الصدفة قد تجعل من المحتمل أن تصبح الاختلافات التى لم تكن محل اهتمام موجودة عشوائيًا وكذلك بالتساوى فى المجموعتين محل المقارنة. هذا تطلب تجنب الانحياز المنظم فى اختيار أى المواقع التى تخضع إلى للتدخل وأيها لا تخضع له. لقد سمح التخصيص العشوائى بإمكانية " ضبط" المتغيرات التى **لا** تدخل فى حيز الاهتمام – تكوين التربة، والطقس وآليات الري- أو إزالتها بوصفها مصادر لأية اختلافات بين الأراضى الخاضعة للأساليب الزراعية المعتادة وتلك التى تخضع لأساليب جديدة.

وحتى أربعينيات القرن الماضى، حين تطور المضاد الحيوى الاستريبتوميسين، وهو خلاصة فطريات أرضية، بوصفه علاجا محتملا للسل، لم تطبق استبصارات فيشر على علاج المرض. كان السل، المسمى بالطاعون الأبيض كذلك، معروفًا أنه يتسبب فى موت ملايين الناس سنويًا. عرف روبرت كوخ العامل المرضى المسبب فى ١٨٨٢ باستخدام أول اثنين من مسلماته، لكن لم يتمخض عن هذا النجاح العظيم للنظرية الجرثومية أى علاج. إن الحاجة إلى تعيين ما إذا كان يعالج الاستريبتوميسين السل أم لا كان سؤالا مهمًا كما هو واضح، لكن كان من الصعب تصنيع هذا الدواء؛ لذلك كان ناقصًا. من هنا، أراد الفريق المصمم للتجربة، الذى ضم أوستن برادفورد هيل، دراسة العدد الأصغر من العوامل المساهمة الممكنة.

استدل الباحثون كذلك، مثل ليند، على أنهم يحتاجون إلى مجموعة مقارنة من الأفراد غير المُعالَجين، بما أن بعض الناس الذين يعانون من السل يتحسنون ببطء من

تلقاء أنفسهم. فى الوقت نفسه، أرادوا أن يتجنبوا التفضيل أثناء تخصيص الأشخاص الذين سوف يتلقون الاستريبتوميسين أو المجموعة غير المعالجة بما أن السل كان مرضًا مهلكًا وقد يستغرق العلاج شهورًا ليحقق الهدف منه. كانت الإجابة التى استقروا عليها هو عمل قرعة لتعيين من سوف يتلقى الدواء النشط ومن لن يتلقاه. كان هذا تطبيقًا مباشرًا لمفهوم العشوائية لفيشر على العلاج أو الحقل المرجعى، لكن الدافع وراء تصميم هذا كان الإنصاف أكثر منه ضبط اختلافات الصدفة.

لم تتناول هذه الابتكارات تأثير هاوثورن، مع ذلك، لذلك أضافت الدراسات اللاحقة ابتكارًا تصميميًا ثالثًا: تعرض كل الأفراد المشاركة فى التجربة للظروف نفسها بالضبط، وأبقاهم، - كذلك - على عدم دراية بمن يتلقى العلاج النشط ومن يتلقى العلاج المقارن. إن هذا التقنيع أو " التعمية" يضمن أن يتمتع كل الأفراد فى الدراسة بالتوقع نفسه وهو أنهم قد يستفيدون من التجربة. ويمنع تعمية الباحثين من أن يعالجوا معالجة مختلفة عن علم أو عن غير علم هؤلاء الذين يتلقون التدخل الاختبارى وهؤلاء الذين يتلقون التدخل المقارن. يستخدم مصطلح " التعمية الثنائية" لوصف تقنيع كل من المبحوث والباحث من الأفراد.

إذن مع حلول منتصف خمسينيات القرن الماضى، تم تعريف، بسلك طريق ملتوٍ وغير مباشر، ثلاثة عناصر من التجربة العيادية العشوائية:

١- مقارنة الأفراد الذين تلقوا تدخلاً مع هؤلاء الذين لم يتلقوا تدخلاً لتعيين ما إذا كان التدخل يشكل فارقًا أم لا.

٢- إن الهدف من التخصيص العشوائى للأفراد المتلقية لعلاج نشط أو لمجموعة مقارنة (عادة علاج مموه أو علاج غير فعال) هو تكافؤ آثار المتغيرات الأخرى التى يمكن أن تؤثر على النتيجة ومحو إمكانية أن يتأثر ذلك

التخصيص للعلاج أو المجموعة المرجعية بخاصية ما يمكن أن تؤثر على النتيجة.

٣- عدم دراية كل من الباحثين والمبحوثين بالمشاركين الذين يتلقون علاجًا فعالاً وأيهم يخضع لشروط المقارنة، ومن ثم تعرض المجموعتان للكمية نفسها من تأثير هاوثورن ومحو إمكانية أن تعالج المجموعتان علاجًا مختلفًا.

تستخدم هذه المعايير، التى تبلغ ستين عامًا من العمر، فى مجالات العلم المختلفة لتعيين احتمالية، مقارنة بالصدفة، أن تعزو نتيجة مرصودة إلى الشرط التجريبى أو التدخل. إن هذه المعايير معًا تقدم منهجًا مباشرًا لبرهنة العلة والمعلول وقياسًا كميًا لقوة أو رجحان العلاقة العلية. من ناحية ثانية، لا تقدم ضمانًا مطلقًا على أن التدخل هو علة الاختلاف المرصود بسبب إمكانية أن يكون الاختلاف حدث صدفة أو بسبب أن لايزال هناك اختلاف ما غير مدرك بين المجموعات المعرضة وغير المعرضة للدواء. وبصيغة أكثر تقنية، إن احتمالية أن يعزو أى اختلاف مرصود إلى التدخل أو الشرط التجريبى أقل من ١ (أو رجحان أقل من ١٠٠٪). وبناء عليه، لم تدحض التجارب العيادية العشوائية RCT ادعاء هيوم بأن الاستدلال الاستنباطى يستخدم دائمًا فى ترسيخ العلاقات العلية. بالأحرى، تقدم هذه التجارب منهجًا لتعيين القوة أو الثقة التى يمكن بها استنباط ادعاء على ما. يمكن زيادة رجحان وجود علاقة علية ما بخطوات إضافية، على سبيل المثال، تكرار الدراسة فى مجموعة/ موقع مستقل، ومضاعفة النتائج.

اليوم يطلب معظم الفاعلين الذين تقع على عاتقهم مسؤولية التصديق على العلاجات الدوائية عبر العالم دراستين كحد أدنى تبرهنان على فاعلية العلاج من أجل الحصول على الموافقة. من ناحية ثانية، ليس هناك عدد سحرى من الدراسات التى يمكن أن تدلل على الفاعلية كلية، بما أن هناك كثيرًا من المواقف التى تبرهن فيها الدراسات المتعددة على فاعلية تدخل ما فى مقابل أُخرى تبرهن على العكس.

اتضح كذلك تحدٍ آخر فى العقود الماضية. كيف يمكن لاكتشاف بأنه لا نتيجة أو اختلاف أن يسمح بالادعاء بأن *ليس* هناك علاقة علية؟ هذا السؤال مهم لأنه يتناول استبصارات بيكون وبوبر بأن القدرة على محو علاقات علية ممكنة يقوى الاستنتاج بأنه يوجد علاقات علية عند *اكتشاف* اختلاف ما. تعالج هذه المسألة مفهوم القوة الإحصائية statistical power، وهو قياس الثقة الذى به يمكن استنتاج أن عددًا كافيًا من المبحوثين قد خضعوا للدراسة للكشف عن اختلاف إذا وجد. هذا يقدم منهجًا إحصائيًا للقياس كميًا قوة الاستنباط بأن ليس هناك علاقات علية إذا لم يعثر على اختلاف دال إحصائيًا، لكنه مرة أخرى، لا يمكن أن يمحو إمكانية أن تكون الدراسة السلبية " سلبية كذبًا falsely negative".

الاستدلال المغاير للواقع والمناهج الإحصائية للتلاحق السببى الترتيبى

يستخدم علماء علم البيئة وعلم الاجتماع اقترابين نهائيين لتعريف العلاقات العلية؛ يسعى هذان الاقترابان إلى تطبيق منطق التجربة العيادية العشوائية على مواقع لا يتحقق فيها إمكانية العشوائية الحقيقية. فى الاقتراب المغاير للواقع counterfactual approach، يستخدم تعريف مجموعة *غير* معرضة لمتغير على محتمل بوصفه مجموعة مقارنة (أو ضبط). إن القوة الحقيقية لمنهج التجربة العيادية العشوائية، كما أدركه فيشر فى البداية، هو عشوائية عدد كاف من المبحوثين للعلاج ويجب أن تعادلهم مجموعات المقارنة فى كل النواحى باستثناء متغير موضع الاهتمام: العلاج. يفترض اقتراب الواقع المغاير الافتراضى نفسه؛ لو أن المجموعتين المقارنتين متماثلتان فى كل النواحى باستثناء التعرض للمتغير العلى المفترض أو المحتمل، يمكن حينئذ اختبار الفرضية العلية لشرح النتائج المختلفة.

تـذكر أن العـشوائية فى التجـارب العياديـة العـشوائية " تخفـق" أحيانًـا لأن المجموعات المقارنة تختلف بطريقة دالة ما محتملة. عـلى سـبيل المثـال، قـد تختلـف فى معدل الإناث بالنسبة إلى الذكور، ولأن هذا غير مرغوب، يمكن أن يتخـذ البـاحثون خطوات لزيادة رجحان أن تصبح المجموعات متماثلة جدًا- فى هـذا المثـال، تـصميم الدراسة بحيث يتم تخصيص المبحوثين فى واحدة من المجموعات التى تقوم على ما إذا كانت تحتاج ذكرا أم أنثى فى تلـك المرحلـة لمكافئـة نـسبة الإنـاث إلى الـذكور- لكـن الصدفة تلعب دورًا دائمـًا، وعند نهاية الدراسة، يجد الباحثون أن المجموعات المقارنة تختلف بطريقة ما قد تتصل أو لا تتصل بالنتيجة. تستخدم المناهج الإحـصائية أحيانًـا "لتصحيح adjust" تلك الاختلافات غير المرغوبة طبقًا للواقع fact، لكن هذا يدخل تلاعبًا/ معالجة إحصائية غير مستحبة فى الدراسة النموذجيـة. يواجـه مـنهج الواقـع المغاير التحدى نفسه، وبدرجة أعظم. من الصعب إن لم يكـن مـستحيلاً العثـور عـلى مجموعات مقارنة متماثلة فى كل النواحى باستثناء المتغير العلى محل الاهتمام.

طُبقت المناهج والتقنيات الإحـصائية فى الـسنوات الحديثـة للتقليـل إلى الحـد الأدنى وتصحيح الاختلافات بين المجموعة المعرضة للمتغير موضع الاهتمام وتلـك التى لم تتعرض له، لكن لا تزال تتطلب تلك الاقترابات من الباحثين أن يُعرّفوا تلـك المتغيرات التى يعتقدون، بناء على خبرتهم المعرفية، بأنهـا ذات تـأثير ومقارنـة الأفـراد المتماثلة بناء على كل هذا. تدخل بعض التقنيات المتماثلة كـذلك تلاعبـات/ معالجـات إحصائية تغير ما توصلت إليه التجارب فعليًا.

تطـورت التقنيـات الإحـصائية كـذلك لتفعيـل العلاقـة التسلـسلية بـين العلـة والمعلول. إن هذا يعنى: لو أن هناك بيانات متاحة تتبعت الأفـراد أو المجموعـات عـبر الزمن، وإذا استطاعت أن تظهر أن المتغير العلى المحتمل "أ" يسبق دائما المتغير "ب" وأن "ب" غير محتمل مالم يكن "أ" موجودًا، هناك إذن دعم إحصائى إلى أن "أ" علة "ب".

هذا تطبيق للملمحين الأولين من مسلمات كوخ، ويساعد فى مواقف لا يمكن إجراء التجربة فيها. من ناحية ثانية، هناك دائماً إمكانية أن يسبق متغير آخر ما أ و أنه ضرورى وكافٍ ليتسبب فى ب؛ أو أن أ أدى إلى متغير -آخر "ج"- يكون المتغير العلى الفعلى.

يجب أن يكون واضحًا عند هذه النقطة، أن كل اقتراب نحو العلية يتسم بحدود قصوى، وقوة اقتراب الواقع المغاير والمناهج الإحصائية التى تفسر صلات الصدفة وتعرف علاقات التلاحق السببى وتمحو المتغيرات التى لا تدخل ضمن نطاق الاهتمام لكن تؤثر على النتائج هما ما يوفران السبيل لدراسة المتغيرات العلية المحتملة فى مواقف لا يمكن فيها تطبيق العشوائية. إن حدودها القصوى العظيمة تكمن فى أن المجموعات المقارنة تختلف على الأرجح فى نواح دالة وغير متوقعة كذلك، وأن المتغيرات الأخرى المجهولة بالنسبة للباحثين يمكن أن تؤثر على النتائج. بدا حقل علمى جديد، بحث الفاعلية المقارنة، فى تطبيق تلك المناهج لدراسة نجاعة العلاجات التى تستخدم على نطاق واسع بأمل إيجاد هل هناك علاج ما أكثر فاعلية من الآخر على مستوى السكان، لكن نادرًا ما تستطيع تلك المقارنات تعريف لماذا تلقت مجموعة ما واحدة علاجًا أو تعرضت لمتغير على ما محتمل ولم يحدث هذا مع المجموعة المقارنة. وعلى غرار معظم المناهج التى تقيّم العلاقات العليّة التى ناقشها الكتاب، يتمتع اقتراب الواقع المغاير بنقاط قوته وحدوده القصوى، ويجب أخذها فى الاعتبار عند فحص البينة التى تنتج عنها.

إن تقدم علم المناهج فى علم البيئة والتجارب العيادية لا يمحو استبصار هيوم بأن الاستدلال العلى يتطلب قفزة استنباطية لأن هناك دائماً إمكانية أن يكون متغير ما آخر أو مجموعة من المتغيرات هى العامل العلى الحقيقى. ومع ذلك، وكما أشار برادفورد هيل، يقل رجحان الاستنباط الخاطئ مع استخدام المنطق الإمبريقى حين تمتزج عدة اقترابات. هناك عدة خطوات يمكن اتخاذها لزيادة الدقة وهى اختبار

الفرضيات التى وضعت قبل إجراء التجربة؛ ومضاعفة الدراسات التى ترصلت إلى اكتشافات إيجابية؛ تجنب الرفض الكاذب لفرضية ما عن طريق توفير عدد كاف من الناس فى المجموعات المقارنة؛ وتطوير الخطوط المتعددة البينة (صحة التطبيق التقاربية)؛ والبرهان على وجود علاقة تدرجية (على سبيل المثال، كلما زاد أ، نتج ج؛ أو كلما تناقص أ، قل ج). لايزال البرهان المطلق على العلية بعيد المنال، لكن الشلل الذى قد ينجم عن ادعاء هيوم تناقضه الاقترابات التى تقيس كميًا رجحان العلل المقترحة وقوتها وتزيد زيادة دالة دورها العلى أو تستبعده.

الحوادث

كلما أصبحت التكنولوجيا أفضل وأكثر أمانًا، نفترض أكثر الخطأ البشرى حين يحدث خطأ ما. إذا لم يكن خطأ القائد أو الطاقم، فهو خطأ أحد مهندسى أو مصممى الجهاز، أو خطأ التنفيذ وسياساتها الصيانية.

إدوارد تنر[١]

تعنى كلمة " حادثة accident" ضمنيًا أن علة حدث event ما تقع خارج نطاق العادى وأن النتيجة غير مقصودة. وقد يستهين بعض الدارسين باستخدام كلمة "حادثة" لأنها تعنى ضمنًا أن الحصول occurrence يقع خارج نطاق السيطرة البشرية، لكن، أيًا كانت الكلمة المستخدمة، فهى تقدم مجموعة أخرى من المجريات occurrences الجديرة بالذكر، حين يكون الهدف الأولى هو تعريف العوامل العلية

(١) Edward Tenner (١٩٤٤ -) كاتب ومحرر له عدة كتب فى تحليل الأوجه الثقافية للتغيرات التكنولوجية.

والسلاسل العلية. سلط كتابان الضوء على التحديات التى تواجه تلك الحوادث accidents المدروسة.

يركز عالم الاجتماع تشارلز بيرو Charles Perrow فى كتاب ***الحوادث العادية*** **Normal Accidents**، على الأحداث events التى تسبب تلفا جوهريًا نسبيًا (يشير إلى الأحداث التى تتسم بنتائج مؤذية ثانوية مثل " الواقعة incident"). ويقسمها إلى تلك التى لها علل مباشرة مثل أفعال وحيدة أو إخفاقات أجزاء وحيدة، وتلك التى لها علل أكثر تعقيدًا، على سبيل المثال، تلك التى تنتج عن تفاعل عدة عناصر من النظام. يقدم بيرو تحليلاً متعمقًا للواقعات والحوادث فى مفاعلات الطاقة النووية ويعرف أربعة أنواع من العلل. تنتج الواقعة أو الحادثة ذات المستوى الأول من إخفاق جزء ***وحيد single part***، مثل صمام ما. أما حادثة المستوى الثانى فتنتج عن إخفاق مجموعة من الأجزاء المتصلة ببعضها التى تكون ***وحدة unit***. إن إخفاق مولد البخار هو مثال عليها. تشمل حوادث المستوى الثالث إخفاق نظام فرعى sub-system معقد، على سبيل المثال نظام التبريد فى مصنع الطاقة. وتنتج حوادث المستوى الرابع عن أخطاء تصميمية تؤثر على النظام كله.

تتسم عدة نقاط من تحليل بيرو بملامح تعليمية. أولها، هو أن مستويات التحليل متوازية إلى حد ما مع تلك التى اقترحها أرسطو. إن إخفاق صمام ما أو مولد البخار (حادثة المستوى الأول أو الثانى) يمكن اعتباره علة محفزة لأن إخفاقه يؤدى مباشرة إلى حدوث الواقعة، بينما قد يكون إخفاق وحدة أو نظام فرعى إما علة مهيئة أو معجلة طبقًا لما إذا كان العيب التصميمى الذى يؤدى إلى فشل النظام موجودًا قبل وقوع الحادثة أو كان هو نفسه نتيجة تفاعل عدة عناصر من النظام. ويشير بيرو حتى علة غائية فى المستوى الرابع من تحليله لأنه ينتهى إلى أن الإنسان يبنى نظمًا معقدة على الرغم من معرفته بأن إخفاقها يمكن أن يتسبب فى تلف واسع النطاق وكارثى؛ بمعنى

يثير بيرو الاستعلاء والعجرفة والطمع أو الخصائص البشرية أو السلوكيات التى تبطن الدافع لبناء بنى ونظمًا أكبر وأكثر تعقيدًا على الرغم من أن هناك فرصة دالة فى أن تخفق فى وقت ما، وتؤدى فى بعض الظروف إلى إحداث أذى هائل.

يوضح مخطط بيرو أن فحص الحوادث عند مستويات متعددة من التحليل يساعد فى كل من تحليل العلية وفى إيصال نتائج التحليل. وبما أن الغاية الأولية من مخططه هى تقديم إطار عام لتحليل الحوادث، فإن المعيار النهائى للحكم عليه هو ما إذا كان مساعدًا أم لا وليس ما إذا كان يمثل شيئًا ما موجودًا فى الطبيعة أم لا. ينطبق هذا على مخطط أرسطو: إن المنفعة هى المعيار النهائى الذى يجب الحكم به. بالنسبة لجاليليو، كان نموذج أرسطو معيقا لأنه دفع الناس إلى التركيز على أسئلة على غرار العلة النهائية التى لا يمكن تقييمها تجريبيًا. ويطرح التاريخ أن جاليليو كان محقًا حينذاك، لأن العلم ازدهر خلال السنوات التى أعقبت إعلانه بنواح لم تحدث من قبل (عزو على يقوم على الاستدلال السردى). أما اليوم فتتوفر المناهج التى تحلل التفاعلات المعقدة عند مستوى النظم وتجعل النموذج الأرسطى أكثر فائدة لأنه يقدم بينة لتحليل المسائل المعقدة. ولايزال التحليل متعدد المستويات أكثر صعوبة من تحليل المستوى الواحد، لكنه أداة أكثر قوة لتحليل عديد من المواقف المعقدة التى نهتم بها.

يعكس تحليل بيرو نقطة أخرى أثيرت مبكرًا: يعتمد المستوى الذى يجب إجراء التحليل عنده، جزئيًا على المسألة المعنية. لهذا، قد يركز تحليل حادثة وحيدة على أوجه معينة من مصنع الطاقة أو من إخفاقه، لكن تحليل الإخفاقات المتعددة أو إخفاق شبكة طاقة ضخم قد يحتاج إلى التركيز على التفاعلات النظامية أو البرنامجية وتحليل المسائل بقدر تراوح أنماطها من استهلاك الكهرباء من السكان، والطقس والسياسة الحكومية وتوفر المواد اللازمة للتصنيع. من ناحية ثانية، يجب تعريف العلة المعجلة التى استهلت الإخفاق إن أمكن.

يسلط تحليل الحوادث المعقدة كذلك الضوء على بعض من المسائل التى ظهرت فى نقاش التعقيد واللاخطية. وتـؤدى بعـض الأجـزاء والوحـدات والـنظم الفرعيـة وظائف متعددة وتتفاعل مع أجزاء ونظم فرعية أخرى عديدة ومتعددة عـبر مـسالك التغذية المرتجعة وسبل متفرعة. وعلى الرغم من أنها قد تضم قسمـًا صغيرًا من النظام، فقد ينتج عن تفاعلها معامـل تكبـير مطـرد exponential magnification متـسارع لحدث معاكس/ غير متوقع. إن هذا يعنى، أن الحوادث قد تكشف عن علاقة لاخطية بين حدث وحيد وناتجه. كلما زاد عدد تلـك التفـاعلات داخـل النظـام وكـبر حجـم النظام، ارتفعت نسبة رجحان أن تعمل الديناميات العليّة اللاخطية.

إذا حصلت إخفاقات فى عنصرين، على سبيل المثال، يمكن أن تظهر مشكلات حيث لم يتوقع قط، وهـو الموقـف الـذى يـسميه بـيرو" تعقيـد تفـاعلى interactive complexity". وعلاوة على ذلك لو اتسمت عناصر النظام بـ " اقتران وثيق"، ينتشر الخطأ على الأرجح بسرعة كبيرة بحيث لا يمكن احتواؤه. ويعتقد بيرو أن هذه النتائج متأصلة ومن المتعذر تجنبهـا فى الـنظم المعقـدة؛ ومـن هنـا جـاء اسـتخدامه لمـصطلح "الحوادث العادية." ومع ذلك، يذكر أن مشكلات منعزلة قد تظهر فى النظام المعقـد، لذلك قد يكون مناسبًا استخدام المنطق الخطى والمقولى حتى فى النظم المعقدة جدا. لو أن هذا الاقتراب ناجح، فهو مستحب بسبب بساطته واستخدامه المحدود للمـصادر. لقد تطلب القضاء نهائيا على الجدرى على سبيل المثال، وتطوير وسائل تعريف الجيوب المتبقية القليلة من البشر المصابين بالعدوى، على الرغم من أن الشبكة العلية شـملت أوجه متعددة: البيولوجى النادر للفيروس والمناعـة البـشرية وأنـماط سـفر الإنـسان، وإحجام الحكومات عن السماح بالغرباء على أرضها.

ينتهى بيرو إلى أن الحوادث لا يمكن القضاء عليها كلية لأنه ليس مـن الممكـن توقع كل التفاعلات، لكنه يعتقد أن معدل وقوعها وشدته يمكن تقلـيلهما بالتـصميم المتأنى واليقظة.

يطرح إدوارد تنر اقترابًا أوسع لدراسة الحوادث، إذ يعرفها على أنها أحداث لها عواقب غير مقصودة. ومن وجهة نظره، قد تكون تلك العواقب غير المقصودة إما مستحبة أو إشكالية، وهى نقطة تناقض تشاؤم بيرو بصدد حتمية إخفاق النظام. ويشير تنر على سبيل المثال، إلى أن إبطاء المرور فى الطرق السريعة بسبب الازدحام توازى مع انخفاض فى معدل الحوادث القاتلة كل ميل خلال القرن العشرين. إن معدل التكرار المتصاعد فى حوادث المركبات مع كل ميل إضافى تقطعه المركبة كان محفزًا لتطوير سيارات، وطرق، وأساليب قيادة أكثر أمانًا وسلامة، ونتج عن زيادة تعقيد المركبات ونظم الطرق السريع الضرورية لدعمها انخفاضًا مستمرًا فى الحوادث كل ميل تقطعه السيارة. وعلى الرغم من أن هذا " التقدم progress" ليس حتميًا (لم يتوافق انخفاض معدلات الحوادث فى خطوط الطيران وصناعات المركبات مع انخفاض معدلات الحوادث فى الصناعة البحرية على سبيل المثال)، وينتهى تنر متفائلًا إلى أن النتائج المعاكسة التى تعتبر كارثية تحفز غالبًا تغيرات فى القوانين والتكنولوجيا مما ينتج مزيدًا من الأمان وتحسنًا فى الصحة. ينتهى إلى أن " حين يتعلق الأمر بتفسير المائة سنة الأخيرة، فإن المتفائلين لهم اليد العليا، إذ يرحب المتشائمون بالطوارئ على أنها العلاج الرادع للإسراف، أما المتفائلون فيرحبون بها على أنها جرعة من التحفيز الإبداعى".

الفصل التاسع

الحقيقة السردية

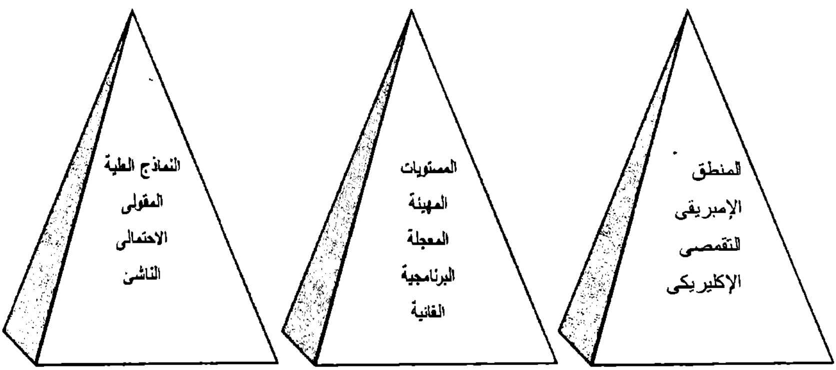
المنهج التقمصى

إن دراسة التاريخ هى دراسة العلل

إدوارد هاليت كار[١]

لا يمكن أن يكون هناك تاريخ قاطع بعد الآن......(لكن) لمجرد أن لدينا جميعًا فكرة مختلفة عن ما هو التاريخ، أو ما يجب أن يكون عليه، لا يعنى أن نكف عن قراءة أعمال أحدنا الآخر.

ريتشارد ج إيفانس[٢]



(١) Edward Hallett Carr :(١٨٩٢ - ١٩٨٢) مؤرخ إنجليزى.

(٢) Richard J. Evans (١٩٤٧-) مؤرخ وأكاديمى بريطانى.

على غرار عديد من الأشياء، يعود إدراك أن هناك اختلافات رئيسة بين التاريخ والعلم إلى أرسطو. أما أول من أكد هذا التمايز بينهما فى العصر الحديث فهو الفيلسوف جيامباتيستا فيكو Giambatista Vico فى أوائل القرن الثامن عشر. وأبرز عالم الاجتماع ماكس فيبر فى القرن التاسع عشر التناقض بين تلك الاختلافات وسلط الضوء عليها؛ واليوم، يوصف هذا التمايز على أنه مطلق.

يشار إلى الشكل غير العلمى من المعرفة بأسماء مختلفة متعددة – تاريخ؛ سرد؛ تأريخ؛ منهج تقمصى؛ وتستخدم مناهجه الجوهرية فى عديد من الفروع المعرفية. ومع أن هناك اختلافات دقيقة فى المعنى تميز أحدها عن الآخر، سوف يستخدم هذا الفصل تلك المسميات بالتبادل، لأن هدف الفصل هو تعريف ما تشترك فيه تلك الفروع المعرفية والتقنيات، خصوصًا فى علاقتها باقترابها نحو العليّة.

ولسوء الحظ، سوف يخفق فى النهاية البحث عن تعريف موجز محكم للاستدلال السردى/ التاريخى، كما هو الحال مع محاولة تعريف العلم بإيجاز محكم وبدقة فى وقت مبكر. لكن كما استطاع الفصل الأول تعريف عناصر جلية للمنهج العلمى، سوف يحاول هذا الفصل كذلك تعريف الملامح المركزية للمنهج السردى للمعرفة. هذا الاقتراب من رسم خطوط تأطيرية واسعة، لكن ليس مفصلاً للتعريف سوف يثير استياء البعض (إلى حد أن البعض سوف يظل معتقدًا بأنه ليس هناك تمايز بين المعرفة العلمية والسردية، بينما سوف يعتبر البعض الآخر التمايز مطلقا وأن الإخفاق فى تحديد الاختلافات هو جهد فاشل)، لكنه يعكس واحدًا من التيمات المركزية والتحيزات فى هذا الكتاب: إن رسم تمايزات محددة ومطلقة بين أو فيما بين الأفكار ليس ضروريًا للبرهنة على التمايزات الدالة. فى الحقيقة، يعكس هذا الاقتراب افتراضًا رئيسيًا للاقتراب نحو العلية اقترحه هذا الكتاب: كلما عظمت البينة على وجود التمايز، زادت نسبة الرجحان بأن الاختلافات دالة، بل حتى " حقيقية". طرح

الفيلسوف ستيفن تولمين Stephen Toulmin (١٩٢٢ - ١٩٩٩) أن يشار إلى تلك الادعاءات بـ " حجج عملية practical arguments" فى مقابل الحجج المطلقة، ويتوافق الادعاء الذى أطرحه مع هذا الطرح.

يعود تأسيس التاريخ إلى الكاتب اليونانى هيروديت Herodotus الذى عاش فى القرن الخامس ق.م، وحتى القرن الماضى أو نحو ذلك، تعامل معظم المؤرخين بيقين مع ملخصاتهم ونتائجهم حول الأحداث الماضية على أنها حقيقية ودقيقة. من ناحية ثانية، أصبح مقبولاً قبولاً واسعًا ومتزايدًا وسط صفوف المؤرخين وغير المؤرخين مع نهاية القرن التاسع عشر أن إعادة بناء الماضى، حتى على يد المتخصصين، تأثر تأثرًا عظيمًا وشكله منظومة إيمان الفرد الذى يقوم بهذا، والاتجاهات السائدة فى العصر أو الموقع الذى يعمل به الفرد أو المجموعة. توازى هذا " الاكتشاف" مع إدراك علماء الفيزياء فى بداية القرن العشرين أن اليقين التام المطلق ليس ممكنًا فى فرعهم العلمى. من ناحية ثانية، اختلف تمامًا رد الفعل بين صفوف المتخصصين فى هذين الفرعين العلميين. هاجم بعض المؤرخين وبعض النقاد لطريقتهم فى المعرفة وتعيين العلية الفائدة عينها للفرع المعرفى ومناهجه عوضًا عن اتباع سبيل فيبر وعلماء الفيزياء النظرية فى القرن العشرين الذين قبلوا تلك الحدود القصوى على أنها متأصلة فى موضوع البحث الرئيسى. بوسع الشخص أن يدرك السمعة السيئة التى أحاطت هذا النوع من المعرفة إذا تبين المشاعر السلبية التى بطنت دائمًا صفة " بلاغى"، وعبارة " تاريخ اليقين Whig history" (إشارة إلى اليقين الذى عبر به المؤرخون البريطانيون والسياسيون فى القرن التاسع عشر عن وجهات نظرهم والرفض اللاحق لتلك على يد أفراد يحملون وجهات نظر أخرى)، المستخدمون فى وصف نسبية المنهج التاريخى.

يتجسد هذا المستوى من الشك فى مقتطف ساخر من كتاب *ما التاريخ* what is History? (١٩٦١)، وهو مجموعة من سلسلة محاضرت ألقاها المؤرخ البريطانى إدوارد هالت كار (١٨٩٢-١٩٨٢) فى جامعة كامبريدج: " " آمل أن أكون شخصًا معاصرًا بما يكفى لكى أتبين أن كل شىء كتب فى تسعينيات القرن التاسع عشر كان هراء. لكننى مع ذلك لست متقدمًا بعد بما يكفى لكى أتبنى وجهة النظر التى ترى أن كل شىء كتب فى خمسينيات القرن العشرين معقول بالضرورة." تعكس المشاعر التى عبر عنها كار بسخرية المعضلة التى يمكن أن تنجم عن استخدام الدقة المطلقة على أنها المعيار الوحيد للحكم على قيمة فرع معرفى ما ومناهجه؛ لو أن الدقة المطلقة مستحيلة، فليس هناك دقة إذن. وبالطبع، سوف يعترف حتى هؤلاء الذين يؤمنون بأن العلم يتحرك نحو وصف أكثر دقة لكيف تعمل الطبيعة أننا لم نكتسب المعرفة المطلقة بعد فى أى حقل من حقول العلم كذلك، وهذا يثير إمكانية أنه قد لا يتحقق أبدا.

إن وجهة النظر البديلة التى يعتنقها هذا الكتاب هى أن اليقين المطلق صعب المنال سواء عبر المنهج العلمى أو التقمصى/ السردى. إن ما يفرق العلم والتاريخ عن بعضهما هو الموضوع الرئيسى الذى يدرسانه، وعديد (لكن ليس كل) من المناهج التى يستخدمان، والمنتج النهائى الذى يسعيان إليه. يسعى هذا الفصل إلى توضيح تماثل آخر: يمكن أن تتسم المعرفة فى التاريخ، كما فى العلم، بدقة تتزايد عبر الزمن، ويمكن، وهو الأهم، أن تزيد هذه الدقة باستخدام المناهج المناسبة والاحتياطات المناسبة. فى الفصل العاشر، سوف أطرح للنقاش أن عجز أى من المنهج السردى أو العلمى عن بلوغ المعرفة المطلقة أو تعريف العلة النهائية هو العامل الرئيسى الذى يميزهما عن المنهج الدينى أو الإكليريكى للمعرفة.

يحاول كار أن يجيب عن السؤال الذى يشكل عنوان هذا الكتاب. يبدأ بذكر أن المؤرخين يعتمدون علي وقائع facts، لكنه يمضى ليدعى أن جمع الوقائع ليست

وظيفتهم الرئيسية. بالأحرى، إن الصفة الأولية للمؤرخين المبجلين هى كيفية إجادتهم لوضع الوقائع معا وتفسيرها. ويمكن أن تتغير المعرفة الواقعية مع الزمن، كما يؤكد، مع الكشف عن معلومات جديدة (وثائق جديدة أو شهود على سبيل المثال). قد تغير هذه المعلومات الجديدة أو لا تغير تفسير الوقائع المعروفة فعليًا. ومع ذلك، إن الفعل المركزى والمميز للمؤرخ هو ربط الوقائع المعروفة معًا وتفسيرها.

يبدو هذا عند مستوى من المستويات مماثلاً للعلم، بما أن العلم يسعى إلى تعيين " الحقيقة truth" من خلال تراكم الوقائع حول الطبيعة، ويفترض أن تمثيل الحقيقة يزداد دقة مع تراكم مزيد من الوقائع. إن استبصارات نيوتن العظيمة عن الجاذبية، على سبيل المثال، مع أنها لاتزال تدرس للطلاب المبتدئين، ألغتها الأفكار الحديثة التى تعتمد على كل من حقل الرياضيات الذى تطور بعد ثلاثمائة عام من وفاته وعلى الاكتشافات فى فرع الفيزياء الجزئية الذى ظهر فى القرن العشرين. لم يقلص هذا من الإجلال أو التقدير الذى نحمله تجاه أفكار نيوتن. من ناحية ثانية، وبما أنه ليس هناك شخص يضاهى نيوتن (مثل جاليليو أو إينشتين) فى مدفن عظماء المؤرخين، لابد أن هناك اختلافات أخرى بين المعرفة السردية والمعرفة العلمية التى تسم التمايز بالأهمية أو الفائدة.

هناك اختلاف واضح، كما رسم عمل نيوتن وإينشتين وجاليليو هو التمايز الذى حدده كار: يلعب اكتشاف الوقائع فى العلم دورًا مركزيًا وجوهريًا، ويمكن أن ينال المكتشف الشهرة. على النقيض، يلعب اكتشاف الوقائع عامة دورًا ثانويًا أو صغيرا فى التاريخ، والفروع العلمية السردية الأخرى. وفعليًا، يمكن القول بأن الهدف النهائى للعلم هو اكتشاف الوقائع التى تصف كل الطبيعة، بينما الهدف النهائى للتاريخ هو اكتساب فهم شامل بقدر الإمكان عن كيف أدت الأحداث الماضية إلى مجريات لاحقة. وبينما حاول المؤرخون العثور على " نظرية المجال الموحد فى التاريخ"

من وقت إلى آخر، يرفض الآن معظم المؤرخين والعلماء الاجتماعيين فكرة أن هناك نمطًا وحيدًا للتاريخ ينتظر من يكتشفه، فى حين يظل هذا هدفًا أمام علماء الفيزياء النظرية الذين يفحصون اقترابات من قبيل نظرية الأوتار أو "نظرية كل شيء".

وبما أن الفروع السردية ترتكن إلى تراكم الوقائع، فإن مضاعفة أو الاتفاق على صحة تلك الوقائع هو وجه مهم من أوجه المنهج التاريخى. وبالمثل، يجمع علماء الاجتماع والسياسة والاقتصاديون الماهرون الوقائع حول حقول اهتمامهم وينسجونها معًا فى تأريخ متناسق أو قصص متناسقة. من ناحية ثانية، يمكن أن يفحص راصدون مختلفون الوثيقة نفسها أو الحدث أو مجموعة وقائع ويصفونه ويفسرونه تفسيرًا مختلفًا تمامًا، حتى ولو اتفقوا على معنى الكلمات. قد لا يتوصلون إلى حل للخلاف بينهم؛ أو، إذا توصلوا فذلك يتحقق حين يفضل إجماع الزملاء تفسيرًا دون الآخر. على النقيض فى العلم، فإن الطريق المثالى لحل اختلاف فى الرأى أو التفسير هو تصميم تجربة جديدة وإجراؤها تستبعد بعض التفسيرات الممكنة وتتيقن من ثبوت صحة تنبؤات التفسيرات الأخرى. فى الفروع السردية، نادرًا ما تسوى الوقائع الجديدة الخلافات، ولا تلعب المضاعفة أو التنبؤ دورًا جوهريًا فى نجاح أطروحة ما؛ أما فى العلم، يمكن أن تقلب نتائج تجربة ما جديدة أو تأكيد صحة تنبؤ ما حتى أكثر الأفكار العلمية المقبولة على نطاق واسع. هكذا، يعتمد كل من الاقترابين على دمج الوقائع المتعددة، لكن كما شدد بوبر وذكر بيكون منذ أربعة قرون مضت، إن دحض اختبار قابلية التكذيب التنبؤى يحتل مكانة مركزية فى عديد من الفروع التى تستخدم المنهج العلمى لكن لا يشغل المكانة نفسها لتلك التى تعتمد على المنهج التقمصى. وكما يؤكد كار، إن المؤرخ الماهر هو الذى يستقى من الوقائع تفسيرًا مقنعًا يزيد فهم سؤال آخر أكبر.

هناك ملاحظة تافهة إلى حد ما تسلط الضوء على هذا التمايز. فى العلم يحصل مكتشف واقعة ما أو مصمم تجربة واحدة ما على جائزة نوبل لو ارتأت اللجنة أن النتائج جديدة بما يكفى، حتى لو قام آخرون بتطوير هذا الاكتشاف يحقق فهماً أعمق لبنية الطبيعة. فى التاريخ، يمكن أن يكون اكتشاف وثيقة ما جديدة أو " واقعة" ما جديدة مهمًا ومثيرًا، لكن ما يعترف به على أنه الخبير هو الشخص الذى يفسر علاقتها بالوثائق الأخرى أو المعلومات ويربطها كلها معًا. يصف كار دور تراكم الوقائع فى التاريخ بالتوتر بين " سيلا Scylla من نظرية واهية للتاريخ على أنها موضوعية الوقائع ... وكاريبديس Charybdis من نظرية واهية على قدم المساواة للتاريخ على أنها منتج ذاتى لعقل المؤرخ". إن استنتاجه هو أن " التاريخ هو عملية متواصلة من التفاعل بين المؤرخ ووقائعه".

فى النهاية، إن دورى المكتشف والحقائق مرآتان متقابلتان فى الاقترابين. فى الفروع المعرفية السردية، يظل الفرد الذى يحكى السردية أو القصة مشاركًا مركزيًا وضروريًا؛ أما فى العلوم الإمبريقية، تقل أهمية دور المكتشف الفرد عن هدف البلوغ إلى لائحة من الوقائع كاملة بقدر الإمكان. وعلى الرغم من أن الأفراد يشغلون مكانا مركزيا فى عملية الاكتشاف فى الفروع العلمية الإمبريقية، يمكن لأى شخص آخر أن يقوم بالاكتشاف. ليس هذا هو الحال فى الفروع المعرفية السردية. يسعى العلماء إلى تمثيل النظام الطبيعى الذى يوجد سواء كان يدرسونه أم لا. يسعى المؤرخون إلى فهم شامل للأحداث بفضل قدرة الفرد على ربط ما هو معروف ربطًا مقنعًا. يتوصل كار إلى أن المؤرخين الجيدين يعترفون بأن الآراء العالمية المعاصرة تؤثر على تفسيراتهم وأنهم يأخذون هذا فى اعتبارهم عند تقديم تركيبهم[1] Synthesis. طرح أن العلماء يعملون على افتراض أن استنتاجاتهم تمثل تقريبًا الحقيقة التى يقيدها نقص المعرفة

---

(١) انظر مراد وهبة ص ١٨٠.

بالوقائع المحتملة. سوف يتأثر الاقتراب التقمصى السردى دائماً بالمتخصصين الأفراد والثقافات التى يعملون ضمن سياقها. تسعى المناهج الإمبريقية إلى تقليل هذا إلى الحد الأدنى بقدر المستطاع.(ومع ذلك، يمزج الفرع المعرفى تاريخ العلم هذين الاقترابين معًا) .

لو أن التاريخ أكثر (لكن ليس كليًا) " ذاتية"، والعلم أكثر (لكن ليس كليًا) "موضوعية"، فهل أحدهما أفضل فى طبيعته المتأصلة أو أكثر فائدة من الآخر؟ لا يعتقد فيكو وفيبر هذا، وأتمنى أن تكون الفقرات السابقة أيدت وجهة نظرهما. يتناول المنحيان من المعرفة مسائل مختلفة جدًا ولهذا لابد أن يرتكنا إلى اقترابات مختلفة. فعند التعامل مع البشر فى ظروف محددة أو مع أسئلة عن العلة حول الدوافع الإنسانية، فإن الاقتراب التقمصى أكثر فاعلية وقوة. وعند التعامل مع العالم الجمادى أو مع السلوكيات الإنسانية عند مستوى التنبؤ الاحتمالى، فإن المنهج الإمبريقى أكثر نفعًا غالبًا. وعند التعامل مع التفاعل بين الجزئيات والصدفة، على سبيل المثال، لكل من الاقترابين قوته وحدوده القصوى.

فى كتاب صدر عام ١٩٩٧ بعنوان هجومى *دفاعًا عن التاريخ* In Defense of History، يفحص مؤلفه المؤرخ البريطانى ريتشارد إيفانس مناهج الفرع المعرفى الذى اختاره ويعرف التماثلات بين العلماء والمؤرخين. يشدد على نحو مفيد على اختلافات أخرى تتصل على الأخص بفهم دور العليّة فى الاقترابين، أولاً، يذكر إيفانس أن التاريخ هو " مُتكهّن سيىء بالأحداث المستقبلية... لأن التاريخ لا يكرر نفسه أبدا." وهو بهذه الملاحظة يختلف مع كار ومع المؤرخ جورج سانتاياناGeorge Santayana. ثانيًا، " لا يستطيع التاريخ أن يبتكر قوانين تتمتع بقوة تنبؤية... إن التاريخ (لوهلة).... يستطيع أن يستخلص تعميمات.... كلما اتسعت، ارتفعت احتمالية أن تغدو استثناءات، وابتعادها عن البينة الصارمة التى يمكن الاستشهاد بها لدعمها."

لا يرى إيفانس هذا مع ذلك على أنه قيمة سلبية، إذ ينتهى بالتأكيد الإيجابى بأن " الحياة ببساطة مليئة بالمفاجآت على عكس العلم".

ومع ذلك، حتى بصدد تلك النقاط، ليس هناك اتفاق كلى بين صفوف المؤرخين. فعلى سبيل المثال، يقترح جون لويس جاديس John Lewis Gaddis، وهو مؤرخ أمريكى بارز، أرضًا وسطًا، مستشهدًا بميكافيللى مصدرا للفكرة بأن "التاريخ، وهى نقطة مثيرة للجدل،.هو المنهج الأفضل لتعظيم الخبرة/ التجربة." يقترح إذن أن " دراسة الماضى ليس مرشدًا ذا ثقة للتنبؤ بالمستقبل. لكن ما تقدمه هذه الدراسة هو تجهيزك للمستقبل بإمدادك بتجربة موسعة، بحيث تستطيع أن تزيد مهاراتك وجَلَدَك؛ وإذا ما سار كل شىء على وجه حسن- وحكمتك".

المنهج السردى

لو أن الخطوط الرئيسية العامة للقصة محكمة، فهذا كل ما تحتاجه أهدافنا الحالية.

ستيفن تولمن[١].

إن الأداة الأولية للمؤرخ هو المنهج السردى الذى عرفه ريتشارد إيفانز بمزيج من " الفعل والحدوث والشخصية والموقع." قدم بول ماكهوج وفيليب سلافنى Paul McHugh, Phillip Slaveny، تعريفًا مماثلاً فى كتابهما *مناظير الطب النفسى* The Perspectives of Psychiatry. فبالنسبة لهما الصفة المركزية للسردية أو لقصة الحياة هى ربط المكان والتلاحق السببى والنتيجة فى شبكة متناسقة شاملة.

---

(١) Stephen Toulmin (١٩٢٢ - ٢٠٠٩) فيلسوف بريطانى.

إن المهارة التى تفرق مستخدم المنهج السردى المتوسط عن الممتاز، كما ذكر كار، هى القدرة على إقامة روابط تقنع الخبراء الآخرين بقوة تلك الروابط. ارتأى هذا الاستخدام البلاغى على أنه مهارة منذ اليونانيين القدماء على الأقل، لكن، وكما ذكر فى بداية هذا الفصل، تستخدم كلمة " بلاغى" اليوم غالبا فى سياق سلبى للإشارة إلى أن الجملة " محض كلمات" وأن أى قناعة تنبثق عن نقاش من هذا القبيل ملوثة بتأثير غير ضرورى مقابل حصافة الحجة وجمالها. تتضمن هذه السمعة السيئة التى تسم البلاغى فكرة أن المعتقدات التى ترتكن إلى " الوقائع" تختلف إلى حد ما، وهو الرأى الذى يبدو أنه امتداد لفكرة أن المعرفة العلمية أفضل أو أكثر موضوعية من المعرفة المكتسبة عن طريق النقاش والحجة.

وبالطبع، لابد أن يقنع العلماء الآخرون بصحة استنتاجاتهم المعينة، ويستخدمون أدوات بلاغية لتحقيق هذا. وكما ذكر فعليًا، يتمتع العلم بتقنيات إثبات الصحة التنبؤية وقابلية التكذيب لتعزيز صحة حجة ما، وهى البينة التى لا تتوفر فى الفروع المعرفية السردية لأن الأحداث التى تدرسها فريدة غالبًا أو مختلفة اختلافًا لا يتيح اعتبارها قابلة للمقارنة أو متطابقة. ومع ذلك، لا يلقى الدور الذى لعبته البلاغة فى الجدالات العلمية حول صحة خط فكرى ما التقدير بل يتم تجاهله.

وعلى النقيض، يمكن تأكيد أو دحض دقة الاستنتاجات المستقاة باستخدام المناهج السردية بالارتكان إلى وثائق ذات صلة أو شهادة من مصادر متعددة، وبالعثور على أنماط متماثلة من النتائج فى ظروف مختلفة، أو بإظهار أن الاختلافات بين أو فيما بين مجموعة ما من الأحداث المقارنة غير مترابطة أو ثانوية. يتماثل هذا إلى حد ما مع مفاهيم علم الأوبئة من الواقع المغاير، وإثبات الصحة التقاربية، وراجحية البينة التى ناقشها كلها الفصل الثامن.

إن القوة الرئيسية التى يتمتع بها المنهج السردى، ولعلها ميزتـه الأعظـم، هـى قدرته على تعميق فهمنا للماضى الفريد والأحداث الحالية. ولعل البينـة الأقـوى عـلى قوة الاقتراب السردى هو كليتـه أو شـموليته؛ أى، اسـتخدام كـل البـشر لـه فى كـل الثقافات. يستقى العلم قوته من قدرته على فحص الأحـداث التـى يمكـن تكرارهـا ومعالجتها، ومن سعته على استقاء المعرفة التى تتنبأ بالأحداث المستقبلية وتـؤدى إلى تطور المنتجات التى تفيد النوع البشرى.

تركز فعليا عديد من الفروع العلمية على الأحداث الماضية الفريدة مثـل أصـل الكون، لكن حين تفعل هذا تمزج معًا مناهج المعرفة التاريخية والعلميـة. حـين يجمـع المؤرخون الوثائق التى تؤكد أو تدحض فرضياتهم، ينخرطون فى فعل مماثل. وفى كلا الموقفين، يقوم تفسير المحتوى والتـضمينات وأهميـة البينـة وقبـول التفـسير المقـترح على الاستدلال والمهارات البلاغية للقائم بهـذا. هكـذا، يتـشارك الـسردى والعلمـى الاعتماد على الوقائع الدقيقة وعلى استخدام المناهج البلاغية فى إقنـاع الآخـرين بدقـة الروابط المقترحة.

إن الاعتماد المشترك على البلاغى ليس التماثل الوحيـد بـين الاقترابـين، كـما أن عملية التقسيم الثنائى المطلقة للفروع المعرفية إلى إمبريقى أو تقمصى يقوضها كـذلك وجود عديد من الفروع المعرفية التى توازن الانقسام بين العلـم والإنـسانيات. ففـى علم الحفريات على سبيل المثال، يؤدى اكتشاف حفريات جديدة إلى تفسيرات جديدة، وفى بعض الأحيان إلى مقترحات جديدة حول التحورات التى طرأت على الأنـواع فى الماضى. لم تثبت تلك التفسيرات ولم تدحض كذلك، على الأقل، ليس أكثر مما يحـدث مع إعادة بناء الأحداث الماضية وتفسيراتها التـى يقـوم بهـا المؤرخـون. إن الحفريـات الجديـدة، مثـل الوثـائق الجديـدة، تفـسر فى ضـوء تلـك التـى اكتـشفت سـابقًا، والاكتشافات المستقبلية سوف تعدل على الأرجح التفسيرات مرة ثانية، وعلم النفس

التطورى هو حقل آخر يركز عمله الفكرى على التفسيرات اللاحقة عوضًا عن التنبؤات. حتى الاقتصاد، وهو فرع معرفى يركز على وضع التنبؤات، يستخدم أساسا الأنماط الاقتصادية السابقة والاتجاهات السلوكية للبشر أساسا أوليا ترتكن إليه التنبؤات حول النشاط الاقتصادى المستقبلى. إنه يُعرّف العلاقات بين المتغيرات وليست الآليات المتأصلة فى الطبيعة. وسوف يختلف البعض مع هذا الرأى، لكن لا تبدو تنبؤات الاقتصاديين على المدى الطويل أكثر دقة من تنبؤات علماء السياسة والمؤرخين وعلماء الاجتماع. يؤيد كل فرع من تلك الفروع المنهج الإمبريقى والتقمصى، إذ يعتمد على قوة كل منها لتقدم المعرفة والفهم ووضع تنبؤات أكثر دقة.

إن التمايز بين الاقتراب السردى والإمبريقى مغبش حتى أكثر من هذا لأن كثيرًا من العلم، لا يرتكن، وفى بعض الأحيان لا يستطيع أن يرتكن إلى المضاعفة أو قابلية التكذيب. إن مبدأ اللايقين لهايزنبرج مثال على الفكرة العلمية القوية التى لا تلائم الدحض أو الدليل الإيجابى. وبالمثل، خلال المائة عام الأولى بعد أن اقترح داروين ووالاس نظرية الانتقاء الطبيعى، كانت تعتبر دراسة تطور الأنواع فرعًا علميًا اعتمادًا على شموليته ونقص البدائل المنافسة أكثر منه اعتمادًا على النتائج الإيجابية للتجارب أو دحض الأفكار البديلة. واعتمد قبوله على نسج الحقائق المختلفة والخطوط المتعددة للبينة معًا؛ أى على الصحة التقاربية، لكن لم تفسر الآليات التى يعمل بها تطور الأنواع داخل الكتل السكانية إلا الآن فقط. (سوف يشرح الفصل الحادى عشر بتفصيل أكبر فكرة أن تطور الأنواع فكرة إمبريقية وتقمصية قوية).

هناك مثال آخر على التمايز المغبش بين المنهجين الإمبريقى والتقمصى فى المعرفة وهو استخدام العلماء لمصطلحى " جميل" و" شامل" والتماس تلك النعوت فى تبرير اقترابهم لقبول نظرية ما. يعكس بحث إينشتين لمدة ٣٠ عامًا على نظرية المجال الموحد التى قد تفسر القوى الأساسية الأربع للطبيعة (القوة النووية الضعيفة والقوية والقوة

الكهرومغناطيسية وقوة الجذب العام)- يعكس اعتقادًا يحمله عديد من العلماء أن "البساطة جمال،" قول يشير فى بعض الأحيان إلى " قانون الجهد الأقل" أو موسى أوكام. وكما يشرح بريان جرين Brian Greene بمهارة فى كتابه *الكون الأنيق* The Elegant Universe، لايزال منظرو نظرية الأوتار منخرطين فى هذا البحث. ويشير إلى قوة النزعة الإنسانية لتعريف بعض النشاطات على أنها " أكثر جاذبية" أو "صحيحة" أو " أفضل" فى طبيعتها المتأصلة، حتى فى العلوم الفيزيقية الصارمة، نجد الفكرة الذاتية، وغير المستساغة والبنية البلاغية.

إذن لماذا لا ننبذ التمايز؟

وفى حين أن الاقترابين الإمبريقى والتقمصى يتشاركان عدة عناصر، فإن الادعاء بأن الحدود بينهما ضبابية جدًا بحيث تفقد التمايز قيمته هو ادعاء خاطئ، يرتكن أساسًا قبول الفكرة السردية إلى كيف يقيم الدارسون أو الخبراء الاستدلال الذى ينتجها ويدعمها. ويمكن إثبات صحة الوقائع والسعى وراء تفسيرات بدلية وفحص قوة الروابط، لكن ما يفرق فعليًا الفروع المعرفية السردية والتقمصية عن العلم المثبت إمبريقيًا هو العجز عن اختبار أو دحض الصلات المزعومة (مقابلا للوقائع التى يمكن توكيد صحتها). وعلى النقيض هناك موضوعات مثل سلوك الأفراد والمجموعات التى يمكن أن يساهم الاقتراب السردى فى فهمها وفشلت كذلك العلوم الإمبريقية حتى الآن فى شرحها وفقًا لمعايير العلم. ومع ذلك، إن أكثر الأدلة إقناعًا بالنسبة لى على أن التمايز يتمتع بقيمة ويشى بشىء ما مهم عن بنية المعرفة هو حقيقة أن الاقتراب السردى موجود فى كل الثقافات ويستخدمه كل الأفراد، فى حين أن مناهج العلم هى ابتكار حديث نسبيًا.

إن الدراسات التى أجراها عالم علم الأعصاب روجر سبيرى ومايكل جازانيجا Roger Sperry, Michael Gazzaniga تقدم دعماً أكبر لهذا الادعاء. لقد فحصا المرضى الذين خضعوا لعلمية " المخ المشطور/ انفصال المخ split brain"؛ أى قطع الحزمة الليفية الضخمة التى تصل فصى أو جانبى المخ فى محاولة لوقف انتشار شحنات نوبات الصرع من جانب من المخ إلى الآخر؛ لقد عثرا على بينة بأن هناك " مركزًا" فى المخ، قريبًا أو متداخلاً مع منطقة اللغة فى النصف الأيسر، هذا المركز " يصنع" طبيعيًا الوصلات بين القطع المتنوعة من البينة. إن هذا الاكتشاف يطرح بقوة أن المخ البشرى مكون بحيث يُجرى الاستدلال السردى، وأن ربط الوقائع معًا فى شبكة عليّة سردية سمة متأصلة كما اقترح كانط بالضبط.

يبدو المنهج العلمى، على النقيض، بناء جديدًا لم يوجد قبل عصر التنوير، حتى لو استطعنا اقتفاء أثر خطوط تاريخية له رجوعًا إلى آلاف السنوات الماضية. إنه منهج مكتسب بالتعليم تطور وصُقل عبر عدة أجيال. يختلف فهمنا للمنهج العلمى اختلافًا تامًا عما كان منذ خمسين أو مائة عام مضت- مبدأ اللايقين ومنطق التجربة المنضبطة العشوائية مثالان ناقشهما هذا الكتاب- وسوف يستمر فى التغير مع تطور أدوات تحليلية جديدة وربما تقدم البنية المفاهيمية. ربما يمكن أن يقال بأن الاستدلال السردى " متأصل" بينما الاستدلال العلمى اقتراب مكتسب بالتعلم. لقد تحسن كلاهما عن طريق تراكم المعرفة التى تتحقق حين تتعاون وتتجادل مجتمعات العلماء وتبتكر وتندمج وتفصل المفيد والدقيق عن ذلك الذى لا يعول عليه وغير قابل للتنبؤ. إن ما يقنعنى بأن من المفيد بل من الضرورى أن يظل هذان البناءان منفصلين هو دعائمهما المشتركة والمتنوعة.

يناقض كذلك الادعاء بأن البينة التى يجمعها نوع واحد من الاستدلال أفضل أو أقوى فى الإجمال عن الآخر، الإدراك بأن كل اقتراب يتمتع بقوى وحدود قصوى

مختلفة. إن النبذ الكلى لمنهج ما أو ادعاء التفوق النهائى لواحد على الآخر يتجاهل قوة كل اقتراب فى تعريف العلاقات العلية فى الظروف المختلفة.

فعلى سبيل المثال، يمكن الادعاء بأن العلية فى حد ذاتها هى البحث عن سردية متناسقة، كذلك عن مفهوم تقمصي. من ناحية ثانية، يتجاهل القدرة الفريدة للمنهج العلمى على إقصاء بعض الآليات العلية المقترحة وعلى تخصيص رجحان رياضى للعلاقات العلية المفترضة الأخرى. ومع ذلك، يتطلب بناء العلية قبولاً واعتناقًا لفكرة أن الأحداث مرتبطة وأن التلاحق السببى للأحداث مسؤول عن النتيجة لأن هذا الادعاء لا يمكن وضعه على أنه فكرة قابلة للاختبار علميًا. هذا هو السبب وراء ضرورة افتراض وجود العلية فى الفصل الأول. إن الحاجة إلى بدء نقاش ما حول العلية بفكرة غير مثبتة بوصفه نقطة انطلاق يبرهن أن المعرفة النهائية لا يمكن أن تكون هدفًا فى البحث عن الفهم العلى للعالم الذى نعيش فيه.

باختصار، إن التمايز بين الفروع المعرفية الإمبريقية والعلمية والفروع العلمية السردية والتقمصية ليس تمايزًا مطلقًا. ويلائم كل منهما فحص أنواع معينة من الأسئلة، وكل متاح لاستخدامه (يعتقد العلماء أن يتمتعوا بمدخلات فريدة فى الأسئلة السياسية لأن مناهجهم موضوعية، ويعتقد علماء الاجتماع أنهم يتمتعون بمدخلات فريدة فى القرارات السياسية لأنهم درسوا الأحداث الماضية.) إن التوكيد على سوء استخدام أى من الاقترابين وسيلة لتشويه سمعة قيمته عمل أحمق. فى النهاية (أو الأفضل حتى فى البداية)، لابد من تقدير كل منهما لقوته. إن معنى العلية ذاتها جسر يصل الاقترابين التقمصي والإمبريقى بالمعرفة، وتستخدمهما أدوات لاكتشاف الروابط العلية. وتوضح الأجزاء الثلاثة القادمة من الفصل استخدامات المنهج السردى وكيف يمكن إثبات صحة الوقائع، وكيف تتمتع بعض السرديات بقيمة أكبر بكثير من الأخرى، وكيف تقوى التفسيرات المتغيرة عبر الزمن لعمل سردى من قوة قيمته عوضًا عن تشويهها.

هناك قضية طعن نظرت فى محكمة إنجليزية عام ٢٠٠٠ تقدم فرصة لتمحيص مناهج التأريخ وقوة المناهج السردية وحدودها القصوى. هذا النقاش (ليس تأريخًا، بما أننى لم أقم ببحث أصيل أو مكثف فى الموضوع) يستند إلى كتاب *الكذب بشأن هتلر: التاريخ والهولوكوست ومحاكمة دافيد إرفنج*، Lying About Hitler: History, Holocaust and the David Irving Trial لمؤلفه ريتشارد إيفانس المؤرخ البريطانى، الذى أوردنا آراءه عن مفهوم الحقيقة فى التاريخ. كان إيفانس نفسه مشاركًا فى الأحداث، حيث كان شاهد الدفاع الرئيسى، فلايمكن أن يقال بأنه يحمل وجهة نظر محايدة فى تناول الموضوع. وبالطبع، يجب عدم استخدام حدث وحيد للدفاع عن أو لتعريف مفهوم عريض جدًا مثل الحقيقة التاريخية. ومع ذلك، فإن اشتراك المحكمة يقدم مظهرا ما من الحيادية، كما أن قوانين الطعن والقذف فى إنجلترا (يعود إلى الدفاع أن يثبت أن القذف/ السب لم يحدث، وهو متطلب فى مصلحة المدعى؛ على الرغم من أن هذا يمكن أن يخضع للمراجعة فى المستقبل) تضفى على هذا الحدث أهمية تستدعى فحصه.

تشمل القضية المؤرخة الأمريكية دبيورا ليبستادت Deborah Lipstadt، التى يفحص كتابها إنكار الهولوكست Denying the Holocaust الحركة التى تنكر تنفيذ النازية لخطة منظمة تهدف إلى القضاء على مجموعات من الأفراد مثل اليهود والغجر ومجموعات " دونية" أخرى تعتبر أعداء الدولة. تدعى لابستادت فى كتابها أن دافيد إرفنج، مؤلف غزير الإنتاج لكن ليس مؤلفًا مدربًا تدريبًا تقليديًا للأعمال التاريخية عن ألمانيا فى الحرب العالمية الثانية، زيف وثائق لدعم ادعائه بأن الهولوكوست لم يحدث. حين نشر الكتاب فى إنجلترا، رفع إرفنج قضية سب وطعن وتشويه سمعة.

أقامت الهيئة القانونية الممثلة لليبستادت دفاعها على ادعاءات تفيد أن إرفنج زيف باستمرار وبقصد تراجمه وأنه صرح بتصريحات كاذبة عن البينة الوثائقية. (كان يمكن أن تقوم المرافعة على أن (المدعى) أساء تفسير تصريحاتها (المدعى عليها) وأنها لم تكن تصريحات منتقدة أو لم تسبب أذى) ادعى إرفنج على سبيل المثال، أن هتلر لم يكن على علم بالإبادات المخططة حتى عام ١٩٤٣، بعد فترة طويلة من وضع إستراتيجية لتنفيذها وإطلاقها. وبعد أن استخدم إيفانس ترجمات متعددة للوثائق التى اعتمد عليها إرفنج، وبعد إظهار أن إرفنج بدل التلاحق السببى الراسخ والمقبول على نطاق واسع للأحداث المعنية، ادعى فى المحكمة أن إرفنج بدل عن قصد البينة لكى يدعم ادعاءته عن مسؤولية هتلر فى التخطيط وتنفيذ الإبادات المنظمة. فى النهاية، اعتمد القاضى فى رأيه على زيف البينة التى قدمها إرفنج وحقيقة ادعاءات إيفانس، وحكم لصالح ليبستادت وضد إرفنج.

تساعد عدة أوجه من هذا المثال على شرح معايير قبول التفسيرات العلية عند استخدام الاقتراب السردى. أولا، يمكن أن يفحص عدة أفراد البينة الوثائقية ويتطور إجماعا حول محتوى المادة. ثانيًا، إرفنج يجب أن نتوقع أن يدعم الخبراء والأفراد المتخصصون ادعاءاتهم ببينة يمكن إثبات صحتها، وأن تطرح مواقف عديدة من حدث ما نمطًا عوضًا عن خطأ أو حدث عشوائى. كان إيفانس قادرًا على إقناع القاضى بأن إرفنج أخطأ فى ترجمة عديد من الوثائق وأن تلك الترجمات الخاطئة كانت دائما فى اتجاه دعم لادعائه؛ أى لم تكن أخطاء عشوائية. وبهذا، استطاع إيفانس بناء قضية مقنعة بأن ليبستادت كانت محقة فى ادعائها بأن إرفنج زيف البينة الوثائقية. ثالثا، تبرهن القضية على أن تمحيص البينة على يد خبراء آخرين يمكن أن يؤدى وظيفة آلية " التصحيح الذاتى" فى البحث التاريخى، على غرار الوظيفة التى تؤديها أداة عدم قابلية المضاعفة nonreplicable فى العلم. أخيرًا، تبرهن على أن اختبار قابلية التكييف

يمكن تعريفه فى الفروع المعرفية السردية، كما هو الحال فى العلم؛ وتدحض ادعاء أن " أى شيء يصح" فى الاستدلال السردى.

تسلط هذه القضية الضوء كذلك على الاختلافات بين المنهج الإمبريقى/ العلمى والمنهج التقمصى/ التاريخى/ السردى. إن إقناع قاض واحد بدقة ادعاء ليبستادت يختلف اختلافًا كبيرًا عن القبول المنتشر على نطاق واسع للنظرية العلمية العلية التى تقوم على تجارب المضاعفة والملاحظات واستبعاد التفسيرات البدلية، وتقارب خطوط متعددة من الدليل، والاتفاق بين الخبراء المتعددين. ثانيًا، يمكن صك البينة الوثائقية التاريخية أو تبديلها أو إنتاجها عمدًا للخداع، وهذا صعب، ربما حتى مستحيل، برهنته فى بعض الحالات. بالطبع، يمكن إدماج الملاحظات المعملية وصور نتائج التجارب للخداع أو الكذب، لكن لو أمكن تكرار التجارب أو القياسات، يتوفر حينئذ سبيل لاختبار ادعاء ما لا يتوفر للمؤرخ السردى لأنه يتعامل مع الأحداث التى وقعت فى الماضى البعيد ولأنها فريدة، أى وقعت مرة واحدة وغير قابلة للتكرار.

الأخوان رايت واختراع الطائرة

شهد عام ٢٠٠٣ الذكرى المئوية لاختراع الطائرة. وكما هو متوقع، صدر عدد كبير من الكتب تحتفى بالمئوية وتتناول سؤالاً مثيرًا للاهتمام، ذكره بوضوح واحد من تلك الكتب فى أول جملتين منه ***الأخوان رايت واختراع العصر الجوى*** *The Wright Brothers and the Invention of the Aerial Age* لمؤلفه توم دى. كوتش وبيتر ل. جاكب Tom D. Couch, Peter L. Jakab: " لماذا ويلبر وأورفيل؟ كيف حلّ هذان الشخصان اللذان كانا رجلى أعمال صغيرين متواضعين، يعملان وحدهما أساسا لم يتلقيا إلا تدريبًا علميًا أو تقنيًا قليلاً- مشكلة معقدة وملحة هزمت أفضل الخبراء المعروفين لقرون؟".

يقدم كتاب كوتش وجاكاب إجابة رفيعة المستوى وواسعة النطاق عن السؤال بتعريف عوامل متعددة يمكن أن تكون قد ساهمت فى نجاح الأخوين رايت. يستشهد المؤلفان بالموهبة الميكانيكية التى تمتعت بها أمهما بوصفه تأثيرا جينيا وبيئيا. يستشهدان كذلك بنشأة الأخوين فى عائلة مدعمة محبة تقدر وتثمن العمل الشاق والفردية والاستقلالية إلى جانب تقوية الولاء لأحدهما الآخر وإصرارهما العنيد على بناء آلة طائرة.

طرح كوتش وجاكاب (عن اقتناع) أن المعرفة الفطرية للأخوين عن العجلة زودتهما ببصيرة مهمة وهى: عندما يلف راكب العجلة، فهو يفعل هذا على عدة مستويات، إذ يميل إلى الدوران ويلف العجلة فى اتجاه الدوران فى الوقت نفسه، وهذا على النقيض من العربات التى تلف على مستوى واحد عمودى. قادتهما تلك الملاحظة إلى تحليل طيران الطائر بتأن وحرص واكتشاف أن جناحى الطائر يتشوهان حين يلف. وبعد أن مزجا تلك الملاحظات معًا، توصل الأخوان إلى أن الطائرة تحتاج إلى أن تعمل على ثلاثة مستويات وأن القبطان سوف يحتاج إلى أدوات سيطرة تسمح للجناحين بالحركة رأسيًا وأفقيًا وجانبيًا.

يذكر كوتش وجاكاب التجربة العملية للأخوين فى تأسيس مطبعة وتصميم آلة طباعية وبنائها، والعمل على الدراجات على أنها عوامل فى التزامهم بهندسية التجربة والخطأ وموقفهما الذى يتبنى نبذ الاقترابات غير الناجحة وجمع الناجحة منها تسلسليًا.

وبناء عليه مزج النجاح النهائى للأخوين معرفتهما بمقود الدراجة وملاحظتهما الدقيقة والحريصة للطبيعة والمهارات الميكانيكية التى طوراها إلى تصميم هندسى أطلق ثورة. وينطبق هذا الموقف كذلك على التعلم بالتجربة والخطأ الذى طبقاه لتطوير المهارات الضرورية لطيران الطائرة التى بنياها.

ناقش عديد من الكتب التى صدرت فى ذلك الوقت بعضًا من تلك المسائل. إن ما يجعل كتاب كوتش وجاكاب ناجحا جدًا هو نسج معرفة المؤلفين بمبادئ الهندسة الجوية ووصفهما لنشأة الأخوين رايت والسمات الشخصية (وتلك التى اتسم بها بعض من منافسيهم)، وأخلاق العمل والخبرة العملية والمهارات الرصدية فى سردية متماسكة ومقنعة ومترابطة. هل المؤلفان مصحان فى تحليلهما؟ بالنسبة إلى هذا القارئ غير الخبير، تدوى الإجابة نعم. هل قد تظهر معلومات أخرى فى المستقبل قد تغير من تحليلهما؟ بالتأكيد يمكن أن يحدث هذا لأن قصتهما ليست أكثر اكتمالاً من أى فرع علمى آخر. لكن وعلى غرار مناطق فى العلم لم تعد إجابة الأسئلة الرئيسية فيها محل اهتمام، فإن سيرتهما الذاتية مقنعة وشاملة بحيث أعتقد أن ليس من المرجح أن يجاب عن سؤال " لماذا الأخوان رايت، ولماذا هذه النقطة من الزمن؟" بإجابة مختلفة جذريًا فى المستقبل. أثار كوتش وجاكاب سؤالاً عليًا، ويقدم كتابهما إجابة دقيقة ورفيعة المستوى ومقنعة حتى وإن لم تكن نهائية.

كثير من دى توكفيل

يعد كتاب *الديموقراطية فى أمريكا* Democracy in America لألكس دى توكفيل Alexis de Tocqueville(١٨٠٥-١٨٩٥) -الذى صدر فى مجلدين- وصفا لزيارة المؤلف للولايات المتحدة فى ١٨٣١ واستنتاجاته حول قوة وضعف الديموقراطية التى لاحظها، ولايزال عملا مقتبسًا على نطاق واسع بعد مرور ١٨٠ عامًا على نشره. من بين ما شدد عليه تحليلات توكفيل أنه أول من لاحظ أن توكيد الديموقراطية على المبادرة الفردية يمكن أن تؤدى إما إلى نجاح فردى عظيم، وهو قوة رئيسة للديموقراطية الأمريكية فى رأيه، أو إلى العزلة الاجتماعية، وهو جانب سلبى من ذلك الشكل من الحكم. طرح كذلك أن الديموقراطيات تنزع لتطوير استبداد

الأغلبية لكنه شعر بأن هذه النقيصة يوازنها بيروقراطية قوية، وهى ملمح مركزى من ملامح الديموقراطيات فى نظره.

فى مقال كتبه أستاذ الإنسانيات فى جامعة كولومبيا روبرت نيسبت Robert Nisbet (١٩١٣ - ١٩٩٦) عن الكتاب فى عام ١٩٧٦، أن هناك فى الحقيقة " عديدا من توكفيل". يذكر نيسبت إذ يعكس نقطة وردت مبكرًا فى هذا الفصل أن مجلدى توكفيل قد فسرا تفسيرات مختلفة جدا على يد أفراد مختلفة من العقود التى تلت نشرهما. ولقد تم استقبالهما مبدئيًا بحماس تام ونالا إعجابًا واسعًا لحوالى خمس وعشرين عامًا، لكن " منذ أواخر ستينيات القرن التاسع عشر حتى أواخر ثلاثينيات القرن العشرين ظهر بحث اتفاقى أو مقال عن توكفيل. لكن.... عام ١٩٤٠ تقريبا... حدث الفيضان.... فمع أواخر أربعينيات القرن العشرين كان يعتبر شهرًا نادرًا، الذى لم يشهد معالجات أو إشارات إلى توكفيل." ومع ذلك، كان الأكثر بروزا هو أن تركيز تلك الاقتباسات من العمل تغيرت تغيرًا كبيرًا. فى ثلاثينيات القرن العشرين، اقتبس العديد من الكتاب من كتابات توكفيل عن " الجماهير بوصفها مصدرا للاستبداد" فى مناقشات عن ظهور الفاشية، بينما ركز الكتاب بعد الحرب العالمية الثانية على نقاش توكفيل عن رفاهية الطبقة المتوسطة فى الديموقراطية. فى خمسينيات القرن العشرين، تغير التركيز مرة ثانية، إذ انصب هذه المرة على مقولاته عن العزلة الاجتماعية والثقافية فى الديموقراطية الأمريكية.

لا يقول نيسبت إن الكتاب أيًا كانت الفترة الزمنية التى كتبوا فيها قد تجاهلوا تمامًا أو شددوا حصريًا على وجه فريد من فكر توكفيل. على الأحرى، لقد أثبت أن توكيد المعرفة تغير مع تغير المسائل/ القضايا المهيمنة فى الثقافة. شدد كتاب مختلفون فى أوقات مختلفة على الأوجه المختلفة فى كتابات توكفيل دليلا على بصيرته العظيمة. يرى نيسبت أن هذا دليل على القوة العظيمة التى يتمتع بها توكفيل وعلى قدرة الكتاب

على العثور على دعم لوجهات نظرهم الخاصة فى كتابات توكفيل التى تختلف أو تعارض فى بعض الأحيان حتى فى استنتاجاتها الاستبصارات التى أكدها كتاب آخرون فى أوقات أخرى. إن نقطة نيسبت الرئيسية هى أنه يمكن استخدام وثيقة وحيدة فى فترات مختلفة من الزمن ومن مفسرين فرديين مختلفين لدعم استنتاجات مختلفة جدًا، وهو تأمل عن كيف يعتمد المنهج السردى على المفسر بقدر اعتماده على الوثيقة.

ففى عام ٢٠٠٧، استخدم الرئيس الفرنسى المنتخب حديثا (السابق) نيقولا ساركوزى Nicholas Sarkozy توكفيل لدعم ندائه بتأسيس تغير سياسى وحث الجماهير على تطوير اقترابات جديدة تتناول المشكلات التى اعتقد أنه انتخب لحلها. فى الصفحة الأولى من نيويورك تايمز *New York Times* فى ٢٢ يوليو ٢٠٠٧، نقل عن وزير ماليته كريستين لاجارد Christine Lagarde "مستشهدا بـ " الديموقراطية فى أمريكا " لالكس دى توكفيل... (فى حديثه).... يجب أن يعمل الفرنسيون بجهد أكبر، ويكسبوا أكثر ويكافئوا بضرائب أقل لو أصبحوا أغنياء." يبدو توصيفها صحيحًا؛ بمعنى، يذكر توكفيل فعليا كلاً من تلك على أنها الحصيلة المواتية للديموقراطية الأمريكية كما رآها منذ ١٨٠ عامًا. لكن لم تذكر المجلة كلاما عن لاجارد يسرد فيه الجوانب السلبية التى أوردها توكفيل كذلك.

إن ذكر نص من نصوص العلوم السياسية يبلغ من العمر قرنين تقريبًا فى هذا السياق يشى بعمق استبصارات وفطنة مؤلفه (وربما بأصله الفرنسى). من ناحية ثانية، إن نطاق التفسيرات عبر المائة وثمانين عامًا الماضية يلقى الضوء على أهمية من يقوم بالتفسير ومتى يحدث التفسير وحتى من يقرأ التفسير؛ وهى المسائل العامة والمشتركة لكل الأعمال السردية. وتوضح قراءة مقال نيسبت اليوم أنه كان يكتب فى ذروة الحرب الباردة، وهذا قاده إلى التوكيد على تلك القضايا التى تتمتع بصلة بذلك

السياق. وقد يشدد المؤلف الذى يستشهد أو يقتبس توكفيل اليوم على قضايا/ مسائل أخرى. إن ما يتفق العلماء والسياسيون عليه فعليًا هو قوة ملاحظات توكفيل والاستنتاجات التى استقاها منها. إن ما اختلف عليه الناس عبر الزمن هو ما الملاحظات التى يؤكدون عليها وما التفسيرات التى يستقونها منها، إن عالمًا دون تحفة توكفيل عالم ناقص.

دور المنهج السردى فى الاستدلال السببى

تسعى السرديات العلية إلى غزل الملاحظات المتنوعة والوقائع والأحداث فى نسيج متناسق وشامل يربط ربطًا مقنعًا الأحداث اللاحقة بالسابقة. ويبدو هذا المنهج كليا للنوع البشرى وربما متأصلا، أى يعتمد على كيف يكون المخ البشرى. يوضح قوة المنهج تدفق التاريخ والروابط التى يجدها الإنسان حتمًا بين الماضى والحاضر.

توضح الأمثلة المذكورة أعلاه بعضًا من قوى هذا الاقتراب وحدوده القصوى نحو فهم العلية. ويبرهن تحليل كوتش وجاكب قوة المنهج السردى فى إجابة أسئلة لايمكن الإجابة عنها عن طريق استخدام أى اقتراب آخر. إن مقارنة كتابهما بكتب أخرى طبعت فى الوقت نفسه تطرح أن مجهودهما أثمر عن نجاح أكبر فى تعريف السلاسل العلية- على الأقل فى رأى قارئ ما- وأن قدرة تلك السرديات على إقناع القراء والدارسين بشمولها ودقتها هى وسيلة تقييمها. فقد يجد قراء آخرون أن استنتاجات مؤلفين آخرين أكثر إقناعا، وعلى عكس العلم، حيث تخضع المؤثرات العلمية المزعومة إلى التوكيد والدحض، لابد أن ترتكن سردية كوتش وجاكب على قوة بلاغتها فقط. فى النهاية، كل الاستنتاجات عن قوة الكتاب وقيمته ترجع إلى القارئ الفرد، لكن هذا لا يقلل من جمال حججه ولا من متعة تأمل استنتاجاته وهو الأهم على الأرجح.

توضح محاكمة ليبستادت ورواية ريتشارد إيفانس عنها النقطة المهمة التى تفيد بأن هناك معايير للدقة فى المناهج التاريخية ويمكن استخدامها لتمحيص الادعاءات محل الخلاف. يمكن أن يفحص الأفراد المحايدون نسبيًا البيانات المستخدمة فى بناء السرديات التاريخية ويقيموا صحتها. لا يعتمد المنهج السردى اعتمادًا وحيدًا على رأى فرد وحيد، أو زمن أو السياق المكتوب فيه أو الجمال البلاغى لحجته، لكن يؤثر كل منها على المحتوى وكيفية تفسيره على السواء.

أخيرًا، يوضح الانتباه الدائم والمدح الموجه لاستبصارات توكفيل عن *الديموقراطية فى أمريكا* قوة السردية فى شرح ظواهر واسعة النطاق. إن الكتاب مازال حاضرًا، وقد مارس تأثيرًا أكبر من معظم العلم الذى نشر خلال السنوات التى قام بها توكفيل برحلته وكتب المجلدين، ويفسر تأثيره على مفكرين مهمين فى العصور والحقب اللاحقة دقة تعليقاته (توكفيل). ومع ذلك من غير المنصف أو الملائم مقارنته بكتابات العلماء الذين عملوا فى الوقت نفسه. إن قوة التأريخ السردى تختلف تمامًا عن العلم، إن مقارنته باكتشاف مندل لقانون الوراثة يبدو خطأ وغير منصف لكل من مندل وتوكفيل على السواء. فى النهاية إن الاقتراب السردى للعلية أداة مفيدة، بل حتى قوية وفعالة، تمامًا كما وجه المنهج العلمى الإنسان إلى فهم أعمال الطبيعة التى تقع وراء نطاق أى شىء فى الماضى. لكل اقتراب مكانه. إن تقدير التمايزات بين المناهج التى يستخدمها كل اقتراب والاختلافات فى المنطق التى يرتكن إليها يمكن أن تساعد فى منع المستخدمين لكل اقتراب من الشطط فى ادعاءاتهم عن المعرفة العلية. إن إدراك أنهما يختلفان فى كيفية تطبيقهما لابد أن يقلل من نبذها أحيانا. والسؤال الذى يجب طرحه هو هل تلك الاقترابات تطبق تطبيقًا ملائما على الاستفسارات والتساؤلات حول العلاقات العلية أم لا؟ وليس ما إذا كان أى منها هو الأفضل أو أى منهما هو الطريق الوحيد للإجابة عن أسئلة العلية.

الفصل العاشر

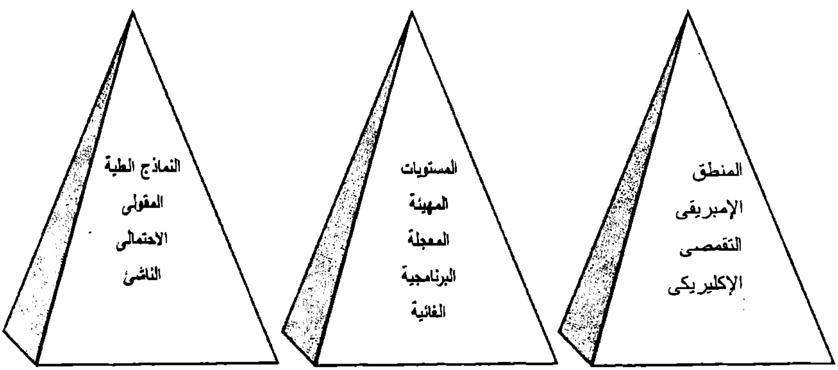
العلة فى النواميس الإكليريكية

إن الدليل على شيء ما يمكن معرفته مبنى بحيث يدركه العقل أو الحواس؛ لكن فيما يتعلق بمعرفة الله، فلا يمكن أن يبرهن عليه لا الإدراك الحسى، لأنه ليس ماديا، ولا العقل لأنه ليس فى هيئة معروفة لنا.

مستر إكهرت[١]

وصلت إلى إيمان روحانى متأخر جدًا حين علقت فى حل سؤال الغاية.

آلان ساندیج[٢]



(١) Meister Eckhart (١٢٦٠-١٣٢٨) فيلسوف وعالم لاهوت

(٢) Allan Sandage (١٩٢٦-٢٠١٠) عالم فلك أمريكى.

يقدم مستر إكهرت معضلة صعبة لاتزال تعجيزية بعد سبعمائة عام تقريبًا من وضعه لها؛ فهو يدعى أن كثيرًا من الأفراد يحكون المنافع الشعورية والفكرية العميقة التى اكتسبوها من دينهم ومعتقداتهم الروحانية، ومع ذلك، لايمكن استخدامها حجة على حقيقتها. وعلى النقيض، فهو يطرح للنقاش أن هؤلاء الذين يرفضون صحة أو منفعة الأفكار الدينية لا يمكن أن يستخدموا الحجج العلمية/ الإمبريقية لدعم وجهات نظرهم كذلك.

إن جوهر حجة إكهرت هى يجب استخدام اقتراب مختلف نحو فهم العليّة فى الدين؛ اقتراب لا يقوم على المنطق أو الشعور بل على نوع بديل من الاستدلال أو المعرفة. إن الأطروحة الرئيسية لهذا الفصل تردد صدى ادعاء إكهرت وتقترح أن هذا الاقتراب الثالث وثيق الصلة بنموذج العلية الذى يقدر قِدمه بعمر التاريخ المسجل ومازال يعتنقه العالم اليوم. سوف يناقش هذا الفصل تعايش هذا الاقتراب البديل مع الاقترابين التقمصى والإمبريقى نحو الاستدلال العلى، وإتاحته لمنطق بديل ثالث أو منهج من مناهج الاستدلال العلى.

يستخدم هذا الفصل كلمتى[1] " دينى religious" و "روحى spiritual" استخداما متبادلا لأن كليهما يشيران إلى منظومة الاعتقادات[2] beliefs syatem التى تسعى إلى شرح أصول العالم المعاش؛ وتقدم دليلاً مرشدًا عن كيف يجب عيش الحياة. من ناحية ثانية، يستخدم الفصل كلمة " دين religion" عمومًا للإشارة إلى منظومات الاعتقادات الرسمية والمنظمة والراسخة التى يتشاركها مجموعات ضخمة من الناس. تشير عبارة " الاعتقادات الروحية spiritual beliefs" إلى منظومة من الاعتقادات غير رسمية أكثر وأقل رسوخًا. إن تلك التمايزات مهمة، غير أن تركيز هذا الفصل ينصب على الأوجه المشتركة بينها- الاعتقادات الشاملة التى تشرح تلك

(١) انظر مراد وهبة ص٣١٥ ، ص ٣٣٣.

(٢) انظر مراد وهبة ص ٧٤.

الأسئلة الأساسية مثل الأصل والغاية والشكل المناسب للحياة- ويستخدم المصطلحان بالتبادل.

ومن أجل تبسيط اللغة أكثر، فإن كلمة " إكليريكى" التى تشتق من جذر يونانى تشير إلى تجمع من المواطنين، وسوف تستخدم لضم كلمتى الدينى والروحى فى المناقشة التالية للتوكيد على الفكرة التالية: إن الملمح الرئيسى الذى يسم الشكل من المنطق العلى هو أن منظومة المعتقدات التى تبطن هذا الشكل من الاستدلال العلى مشتركة بين مجموعات من الناس ودامت عبر فترة زمنية كبيرة. وفى حين دافعت مجموعات من البشر عن المنظومتين الاعتقاديتين التقمصية والإمبريقية (علماء اجتماع وعلماء الأبحاث المبدئية Basic scientists على سبيل المثال)، تتغير الاقترابات التى يمثلونها بمعدل أكبر بكثير وبجذرية عبر الزمن. يستخدم النقاش هنا مصطلح "المنظومة الاعتقادية الإكليريكية ecclesiastic belief systems" للإشارة إلى مجموعة من الأفكار الرئيسية التى استقرت نسبيًا خلال مئات أو آلاف من السنوات؛ ومع أن كلمة " إكليريكية" تتسم بمثلبين - إنها تعنى ضمنًا " كنسيًا" بالنسبة للبعض؛ وهى عنوان كتاب من العهد القديم- لكنها تتمتع كذلك بمزايا التوكيد على الطبيعة التصنيفية للمنظومات الاعتقادية التى أشير إليها وتبدأ بحرف e[(١)]. لهذا أجده أسلوبًا مريحًا للإشارة إلى موضوع البحث الرئيسى لهذا الفصل فى معناه الأشمل والأرحب: المنطق والمنهج البديل للاستدلال العلى.

الملامح المشتركة

إن الملمح الرئيسى للمنظومات الإكليريكية هو الجذر المشترك: الحقيقة المعطاة. تبدأ (المنظومات الإكليريكية) بمجموعة جوهرية من الأفكار وتستقى المُحرمات

(١) يشير إلى empathic; empiric; ecclesiastic وفى الحقيقة غير واضح المغزى من هذه الميزة.

منها. تشمل هذه الأفكار الجوهرية عادة المعرفة بأن هناك قوة أساسية وأن هذه القوة تسوق وسوف تسوق دائماً الأحداث الرئيسية فى الطبيعة. يتناقض هذا تناقضًا صارخًا مع الإمبريقى والتقمصى، الذى يركز كلاهما على *البحث* عن الكليات universals. وبقول آخر، يقدم الإمبريقى والتقمصى مناهج لتعريف الكليات، بينما يبدأ الإكليريكى بالمعرفة التى تشرحها.

كما أن إحدى نتائج هذا الملمح هى أن كثيرًا من المنظومات الإكليريكية تتشدد تشديدا عظيماً على أسئلة " لماذا" وتشرح غايات الأحداث التى تقع فى الكون. وعلى النقيض، فإن سؤال " لماذا" ليس التركيز الرئيسى للاستدلال العلى الإمبريقى، على الرغم من أنه يتناولها فى بعض الأحيان فى موضوعات منفصلة مثل الانتقاء الطبيعى الداروينى. إن الاقتباس الذى بُدئ به هذا الفصل لعالم الفضاء البارز آلان سانداج (١٩٢٦- ٢٠١٠) يصور بدقة البحث عن الغاية العليّة على أنها الهدف الجوهرى للمنظومات الإكليريكية.

أما الصفة الثانية للمنظومات الإكليريكية هى أن أفكارها الجوهرية أو كلياتها تستخدم لوصف كيف يجب أن يعيش الناس. وفى حين تُطبِق النظمُ القانونية غير الإكليريكية والسياسية كليات على الحياة اليومية، فإننا نميز قوانينها إنتاجًا بشريًا غايته التأثير على السلوك. وتقوم بعض النظم السياسية على المبادئ العامة التى ترتكن إلى اعتقادات حول الحكم أو الطبيعة البشرية، لكنها لاتستقى فى العموم تلك المبادئ من علل نهائية مالم تكن دول ثيوقراطية وتدمج العليّة الدينية فى بنية وظيفتها وجوهرها يعكس التوكيد على كيف يجب أن يعيش الأفراد أن المنظومات الإكليريكية تبدأ بالحقيقة ثم تستقى كيفية تفعيلها أو تطبيقها.

يستخدم الاستدلال التقمصى أحيانًا لتعريف الكليات، ثم لتطبيقها على الحياة اليومية، لكن يستقى اتجاه الاستدلال من الملاحظات المرصودة عن سلوك البشر الذى

يعمم حينئذ إلى كليات. أما الاتجاه فى الاستدلال العلى الإكليريكى فهو العكس عامة. يسعى بعض من يطبق المناهج الإمبريقية إلى استقاء الكليات أو السلوكيات المشتركة على نطاق واسع أو وصفها من دراسة الأفراد أو المجموعات، لكن تتم صياغتها على أنها منبثقة عن بنية الكائن الحى أو الكون ووظيفته. فى بعض الأحيان تأنسن anthropomorphize تلك الكليات إلى غاية للفعل (بقاء الأنواع على قيد الحياة مثال على ذلك)، لكن لا يضع الإمبريقيون عادة نعوت مثل " صحيح"، أو" حق" أو " ضرورى أخلاقيًا"، كما يحدث فى الإكليريكى. اتضح هذا الوجه من الإكليريكى وضوحًا لطيفًا فى إجابة ساندام عن السؤال حول أصول اعتقاداته الروحية. ذكر :

" ابتليت بسؤال الغاية... ومشكلة فهم أساس علم الأخلاق[1] Ethics والأخلاقية [2] morality . ما الخير[3] Good؟ يقدره العلم الحياد بينما يقدره الدين القوى ... أعتقد أنه لابد هناك مطلق، وأن الإجابة المطلقة الوحيدة هى أن الأخلاقى هو ما يشاؤه الله".

فالادعاء بأن المنظومات الإكليريكية تبدأ بمعرفة العلل النهائية لا يعنى ضمنا أنها لا تحتوى على أسئلة بدون إجابات. فى الحقيقة، وعلى غرار عديد من الاقترابات الإمبريقية والتقمصية، تشدد العديد من المنظومات الإكليريكية على مطلب زيادة الفهم الإنسانى على أنه أولوية رئيسة لوجودها. وهى بهذا تفترض مرارًا أن المعرفة الإنسانية ناقصة وتُحرِّم مناهج أو سبلا يمكن أن يوسع الأفراد بها معرفتهم. من ناحية ثانية، تعرف معظم تلك المنظومات الإكليريكية نقص الفهم على أنه خاصية من خصائص الشرط الإنسانى أو إخفاق له؛ إنها تعتبر أن المعرفة النهائية وتطبيقاتها على

---

(١) انظر مراد وهبة ٣٨.
(٢) المرجع السابق ص ٣٣.
(٣) المرجع السابق ص ٣٠٢.

الحياة معروفة وقابلة للمعرفة لكنها تؤمن بأن البشر يجب أن يعملوا لكى تُكتشف وتفهم. أما بالنسبة لهؤلاء الذين يؤمنون بالمنهج الإمبريقى والتقمصى ويعتقدون أن المعرفة النهائية قابلة للمعرفة، فإن مطلبهم هو اكتشافها للمرة الأولى، وليس رفع الغطاء عن ما هو معروف فعليًا لقوة ما إلهية.

إن هذا التمايز بين المناهج الإكليريكية والأخرى من المعرفة ليس جديدًا؛ إذ وصف أفلاطون اختلافات مماثلة حين قارن بين الميثولوجى والفيلسوف على سبيل المثال. فبالنسبة له، كانت الفلسفة معرفة متاحة للعقل وكذلك دليلاً evidence، بينما ترتكن الميثولوجيا إلى أفكار متوارثة، فلا تحتاج إلى التدليل عليها. وتعنى اليوم كلمة " ميثولوجى" نظامًا من الآلهة المتخيلة أو القصص، لكن بالنسبة لليونانيين القدماء، لعبت الميثولوجيا دورًا مماثلاً لذلك الذى تلعبه حاليا الفروع المعرفية التى يشار إليها هنا بكلمة إكليريكية. إن تعريف أرسطو للمستوى الرابع من العلية المسمى " غائى" فى الفصل الأول، يبرهن كذلك على أن هذا الشكل من الاستدلال العلى اعتبر متمايزًا لفترة طويلة.

هناك صفة أخرى للإكليريكى تتناقض مع الاقترابين الآخرين وهى المكوّن الشعورى[1] القوى المركزى فى عديد من المنظومات الاعتقادية الإكليريكية. هذا لا يعبر عنه دائما بوضوح أو بصراحة، ولم يكن دائما فعالاً لفترات طويلة من الزمن، غير أن المنظومات الإكليريكية تشدد دائمًا على الانخراط الشعورى، ويعززه دائمًا الطقسى. وعلى الرغم من أنه صحيح أن بعض الأفراد ينخرطون شعوريًا بعمق فى العوالم الإمبريقية والتقمصية، فإنه نادرًا ما يدوم هذا لفترات زمنية طويلة أو يتخذ شكل ظاهرة جماعية، خصوصًا فى الألفيات التى شهدت منظومات إكليريكية. علق أرسطو كذلك على هذا الوجه من الإكليريكى، إذ لاحظ أن الناس تحضر الأحداث

(١) Emotional يترجمها مراد وهبة بالانفعال أو الحالة الشعورية ص ١١٠.

الدينية لمعايشة التوق والمعاناة pathein، وهى حالة ترنسندتالية شعورية تختلف عن الخبرات اليومية لمعظم الأفراد.

يعرف ويليام جيمس William James فى نقاشه الكلاسيكى عن الدين *أنواع الخبرة الدينية* **The Varieties of Religious Experience**، خمس صفات للحياة الدينية. وهى بكلماته:

١- إن العالم المرئى جزء من كون أكثر روحية يستقى منه دلالته الرئيسية؛

٢- إن هذا الاتحاد أو العلاقة المنسجمة مع الكون الأعلى هى منتهانا الحقيقى؛

٣- إن الصلاة أو المناولة الداخلية مع الروح... هى سيرورة يتم خلالها إنجاز العمل فعليا، وتتدفق خلالها الطاقة الروحانية وينتج عنها أثار.

٤- حيوية جديدة... إما أن تتخذ شكل الإنشاد الشعرى أو الانجذاب إلى الجدية والبطولية.

٥- طمأنينة السكينة والأمان والمزاج السلمى، وتفوق المشاعر المحبة فى العلاقة مع الآخرين.

يضع جيمس الدين فوق المساعى الأخرى (" منتهانا الحقيقى")، ويزعم أن طقوسا مثل الصلاة تأتى بنتائج وتعتمد على الطاقة أو السيرورة التى تتمتع بأساس فيزيقى. كما يزعم كذلك أن الدين مصدر رئيسى للأهداف المحببة من الحب والسلام. أخيرا، يسلط جيمس الضوء على الانخراط الشعورى الذى يحدث مع الدين ويؤمن بأن هذا يميزه عن العلم والتقمص. وعلى حسب صياغته:" إن المعرفة عن الحياة شىء ؛ والإشغال الفعال لمكان فى الحياة، بتياراتها الدينامية التى تمر عبر وجودك شىء آخر".

وعلى غرار التمايزات التي أوضحها هذا الكتاب، فإن الاختلافات بين الإكليريكي والتقمصي والإمبريقي ليست مطلقة. تعتمد الاقترابات الثلاثة كلها على مجتمعات من أفراد تتشارك أفكارا مماثلة واتصالا شعوريا مع أحدها الآخر. علاوة على ذلك، يجمع كل اقتراب مجموعات من الأفراد معًا، تسعى إلى وضع عموميات وتتشارك الإيمان بالمنهج المستخدم.

هناك عناصر متعددة أخرى تشترك بها الاقترابات الثلاثة كلها. فكل منها يستخدم البلاغي لإقناع الآخرين بصيغته المنطقية العليّة. ناقش الفصل التاسع الدور الرئيسي الذي لعبه البلاغي في المنهج التقمصي، لكن يستخدم الإكليريكي (والإمبريقي) كذلك البلاغي لإقناع الناس بأفكار معينة وصلة الاقتراب نحو أسئلة مهمة عن الحياة. هناك تماثل آخر بين الاقترابات الثلاثة هو ما تم قبوله على أنه " الحقيقة" قد تغير عبر الزمن. من ناحية ثانية، تتميز الاقترابات الإكليريكية بالاستمرارية أكثر؛ أما ما يميز الإمبريقية والتقمصية فهو التكيف والتغير. هذا يعكس الادعاء الذي طرح أعلاه بأن المعرفة في الإمبريقي والتقمصي ناقصة وأن هذين المنطقين يقدمانِ مناهج للسعي وراء معرفة جديدة، بينما تتسم المعرفة عادة في الإكليريكي بالكمال لكنها ليست شاملة تمامًا بسبب نقائص الإنسان في الفهم. لذلك، ومع أن المعرفة تتقدم أو تتطور أو تكتشف عبر الزمن في النماذج الثلاثة، يختلف سبب تلك التغيرات اختلافًا جوهريًا في الإكليريكي مقارنة بالإمبريقي والتقمصي.

وكما ذكر أعلاه، فإن الخاصية الرئيسة التي تميز الإكليريكي عن الإمبريقي والتقمصي هي أن الإكليريكي يبدأ بحقيقة معطاة. يستطيع دائمـًا الشخص الذي يستخدم المناهج الإمبريقية والتقمصية في البحث عن العلل الأولية أن يسأل " وقبل هذا؟". وفي النهاية، سوف يصل السائل إلى نقطة لا يمكن تعريف علة مهيئة أو معجل قبلها. لقد استخدمت هذه النقطة لدحض جدوى المنهجين الإمبريقي

والتقمصى فى تقديم علية غائية، لكنى أفضل أن أتصور هذا على أنه حد أقصى متأصل فى تلك السبل المعرفية. إن السؤال الهيراركى:" أيها أفضل؟" غير ملائم دون إضافة " لأجل ماذا؟". هذا هو جوهر المقتطف الذى ورد فى بداية هذا الفصل لمستر إكهـرت، الذى ميز كتاباته عن المفكرين السابقين عليه الذين وصفوا الاختلافات بـين المنطـق الإكليريكى/ الدينى و" المنطقى" أو " الحسى" (التجريبى).

إن الادعاء بأن الاستدلال الـسببى الإكليريكـى يتمتـع بقيمـة سـوف يرفـضه هؤلاء الذين يؤمنون بأنه منهج لتمويه حقيقة أن بعض الأشياء غـير قابلـة للمعرفـة. وعلى النقيض، فإن هؤلاء الذين يتمسكون بالإكليريكى يمكـن أن يـدعوا أن قدرتـه الفريدة على وصف الأصول هى ما تميز الدينى والروحى عن الدنيوى. ينظر مناصرو عديد من المنظومات الإكليريكية إلى هذه القدرة بإجلال، بينما ينظر غير المؤمنين إليهـا بشك عميق. ولاتزال صفة مميزة بين تلك سبل المعرفة الثلاثة. يجـدر الاحتفـاظ بهـذا التمايز لأن العلة الغائية كما أدرك أرسطو منـذ ٢٥٠٠ عـام مـضت تتطلـب اقترابـات وفرضيات غير متأصلة فى العلة المهيئة أو المعجلة أو البرنامجية.

ينبذ أو يرفض عدد ضـخم مـن الأفـراد كـل اقـتراب مـن تلـك الاقترابـات: الإكليريكى والتقمصى والإمبريقى. ويعتنق البعض اثنين منها لكن ليس الثلاثة. هناك علل متعددة على الأرجح وراء تلك الاختلافـات، مـن بينهـا الاختلافـات فى تعلـيم الأفراد؛ والتعرض المبكر إلى أفكار وأساليب منهج معطى؛ والتمتع بمهارات تهيئ لهم استخدام واحد أو آخر؛ ميلادهم أو توجيههم أو تعيينهم فى أماكن تشدد عـلى مـنهج واحد؛ أو الشعور بنفور فكرى نحو تلك الطريقة من المعرفة (أو عـلى الأقـل لا ميـل إليها). يـبرهن التـاريخ البـشرى، عـلى الأقـل حتـى الآن، أن لا اقـتراب مـن تلـك الاقترابات حقق أى مكانة قريبة من القبول الكـلى بحيـث يـدعم ادعـاء تفوقـه عـلى الاقترابين الآخرين، لكن يؤمن مناصرو كل منها أن هذا النقص فى القبـول أو الفهـم

العالمى يمكن تجاوزه بالوصول إلى هؤلاء الذين لا يناصرون الاقتراب أو لا يستخدمونه.

من ناحية ثانية، تتشارك الاقترابات الثلاثة الإيمان بأن الحقائق التى تعتنقها متاحة للجميع. يسوغ عادة مناصرو كل اقتراب الادعاء بـ " لو فقط" تعرض الناس أكثر لذلك الاقتراب أو أنهم أكثر تعليماً وتثقيفًا به أو بمنظومته المعرفية فسوف يطبقونه، وضمنًا سوف يتحققون أفضل أو يصبحون مواطنين أفضل. قد يبدو هذا الادعاء ينطبق أكثر على الإكليريكى لأنه يتعامل بوضوح مع المبادئ التى ترشد الحياة، لكن تملأ أدبيات الطالب العلمى والإنسانى بجمل مماثلة. هل يستطيع أو يرغب الجميع فى أن يصبحوا ضليعين فى التعاليم الأساسية لأى أو لكل تلك المناهج وأن يطبقوها تطبيقًا مناسبًا: هو سؤال فى حد ذاته يمكن تناوله من المنظور الإمبريقى والإكليريكى والتقمصى، لكنى أعتقد أن التنوعات الواسعة فى التعرض والخبرة والقدرات المتأصلة من الطبع والذكاء، والثقافة بين صفوف الناس تجعل هذا غير مرجح بصورة استثنائية. بلاشك، لقد تغير القبول الفردى والجماعى وفهم كل من تلك الاقترابات ويمكن أن يتغير عبر الزمن، كما يطرح القول المقتبس لسانداج فى بداية الفصل، لكن يطرح التنوع العريض فى الطبيعة البشرية أنه لا يمكن تحقيق القبول العالمى الكلى حتى وإن كان مفضلاً.

وعلى غرار الفصول الأخرى من هذا الكتاب، فإن البناء المقترح هنا هو اقتراب تعددى يعزو لكل منهج إسهامات فريدة فى بنية العليّة. يدعى هذا المقترح أن كلا منها مكمل للاثنين الآخرين ومتعامد معها. يعتمد اختيار أى منها يمكن استخدامه ومتى على الافتراض بأن هناك أسئلة معينة من الأفضل تناولها بمنهج محدد بسبب قوته المتأصلة وفرضياته وأن المنهجين الآخرين إما أقل قابلية للتطبيق أو غير قابل للتطبيق. فى بعض المواقف، من الأفضل مزج أكثر من منهج واحد. إن الادعاء الأولى هو أن

اختيار أى من الاقترابات يمكن توظيف توقيته وليس اختيارًا عشوائيًا بل بالأحرى يرتكن إلى فهم الفرضيات والحدود القصوى لكل منهج وقوته وعلى السؤال المحدد المتناول.

الإكليريكى والإمبريقى

تعود محاولات التوفيق بين الإكليريكى والإمبريقى إلى جذور الثورة العلمية، وحاول عديد من المفكرين العظماء وغيرهم استخدام الاستدلال العلمى أو الاكتشافات العلمية لدعم أو دحض التصورات الإكليريكية. اعتقد جاليليو ونيوتن أن اكتشافاتهما العلمية أوضحت عظمة وجلال الله، بما أن ما يمكن أن يكون مسؤولا عن هذه النظامية والجمال هو كائن أعلى فقط. وسواء آمن جاليليو حقًا بهذا أم ذكره فقط لينجو من غضب الكنيسة فهى نقطة غير واضحة، إذ إنه تراجع مع نهاية حياته عن إيمانه بأن الشمس وليس كوكب الأرض هى مركز النظام الشمسى، لتهدئة الكنيسة الكاثولوكية على الأرجح وليس انعكاسا لما يؤمن به فعليا. من ناحية ثانية لم يمر نيوتن بمثل هذه الصعوبات وكتب بوضوح عن إيمانه بأن الاكتشافات العلمية أنارت قوة الله وجلاله. فبالنسبة لنيوتن، كان الإمبريقى وسيلة لتوضيح حقيقة الإكليريكى. طرح فرانسيس كولينز Francis Collins (المدير المؤسس لمعهد الجينوم الوطنى National Institute of Genome Science ومدير المعهد الأمريكى الوطنى للصحة U.S National Institutes of Health) ادعاءات مماثلة إبان طبع هذا الكتاب، فى كتابه *لغة الله* The Language of God. وبالمثل تذكر أورسولا جودنف Ursula Goodenough عالمة الأحياء الجزئية فى كتابها *الأعماق المقدسة للطبيعة* The Sacred Depths of Nature: " يصبح علم الفلك علمًا فلكيًا دينيًا إذا توافق مع الدين فقط، إذ أثار شعورًا دينيًا لدى المستمع فقط". هكذا، تأخذ عناصر العلم التى

تجدها جميلة على وجه الخصوص وجليلة- تثير الشعورى - وتستقى من جمالها وعظمتها ما تسميه " مذهب الطبيعة الديني religious naturalism". نعلم من الكتاب أنها تواظب على الحضور الكنيسة المشيخية Presbyterian church وكذلك تشارك فى مجموعة إكليريكية كلاسيكية، لكنها تقترح أن عظمة الطبيعة تربط كل البشر وأنه هذا السحر الذى تصفه بالديني. عبر عديد من الأفراد مثل ليبتنز وديكارت وبيكون عن أفكار مماثلة ومشاعر. أيد العالم فى نظرية التطور هنرى دروموند Henry Drummond فى القرن التاسع عشر اتحاد النموذج الإكليريكي ونظرية تطور الأنواع، ويذكر جون هيلدى John Hedley فى كتابه العلم والدين Science and Religion عام ١٩٩١ :" شهد كل جيل هنرى دروموند إقامة صلات بين الثيولوجى والعلم".

وكما ذكر فى الفصل الأول، كانت أهم الإسهامات التى قدمها جاليليو لتطور المنهج العلمى والاقتراب الإمبريقى للعلية هو طرحه أن الاقتراب الإمبريقى يتجنب السعى وراء العلل النهائية. وسواء كان هذا لأنه آمن أن الإكليريكي وحده القادر على الإجابة عن تلك الأسئلة أم لأنه أدرك أن التقدم فى الإمبريقى يتطلب وضع الأسئلة عن العلة الغائية جانبًا، فهى نقطة غير واضحة. لكن ما هو واضح أن كثيرًا من نجاح المشروع العلمى حتى يومنا يمكن أن نرجعه إلى هذا الاستبصار.

مؤخرا، تم استخدام تصوير المخ لفحص الظاهرة البيولوجية التى تحدث فى الدماغ حين يعيش الأفراد ما يعتبرونه أو يعتبره الباحثون خبرة دينية. فى استعراض للكتابات الحالية عن موضوع العلم والدين، ينتقد عالم الفيزياء وكاتب المقال جيروم جروبمان Jerome Groopman هذا، والمحاولات الأخرى لتفسير الدين فى لغة علمية: " إن الخطأ الجوهرى الذى يرتكبه علم الأعصاب هو مزج المصطلحات بالمناهج... فى محاولة لمنح الأخير سلطة الأول". تماثل حجة جروبمان بالحجة

المطروحة فى هذا الفصل: يرتكن الاقتراب العلمى والإكليريكى على فرضيات مختلفة ويستخدمان منطقًا مختلفًا. وللمفارقة الساخرة، كما يذكر جروبمان، أن بعضًا من هؤلاء الذين يدعون العثور على البينة التى تثبت أن المعتقدات الدينية تنبع من مناطق محددة فى المخ يستخدمون تلك الاكتشافات " العلمية" للتدليل على وجود كائن أعلى. إن هذا يعنى أنهم يطرحون ادعاء مغلوطًا: إن حصول أحداث كهربائية معينة أو تغير تدفق الدم فى المخ حين يعيش شخص ما تجربة روحية، حسب قوله، يدلل على أن إيمانه " حقيقى" لأن نشاط مخه يكافئ الحقيقة. يستخدم آخرون البينة ذاتها لإظهار أن تلك الاعتقادات هى نتائج أنواع محددة من نشاط المخ، ولا شىء أكثر، بمعنى أنها أفكار يولدها المخ لا أساس لها فى الواقع. إن الغلط هنا هو أن العثور على صلة بين نشاط المخ والأفكار المروية لا يمكن أن يثبت أو يدحض الاعتقادات الإكليريكية. ليس هناك طريقة لمعرفة ما إذا كان الإيمان يسبق النشاط أم ينتج عنه، وعلاوة على ذلك، لا يمكن أن تحقق تلك المناهج صحة أو زيف تلك الاعتقادات. عكس سانداج وجهة النظر هذه حين أجاب عن سؤال حول البينة بالقول " لا أعتقد أن هناك أى بينة. إنه إيمان وليس عقلاً. لو هناك دليل فلا حاجة إلى الإيمان" هذه هى النقطة ذاتها التى طرحها مستر إيكهرت منذ سبعمائة عام مضت.

دافع عالم نظرية التطور وكاتب المقال فى التاريخ الطبيعى ستيفن جاى جولد Steven Jay Gould عن وجهة نظر تمايز الدينى عن العلمى. ويشير جولد إلى هذا التمايز بـ NOMA, non- overlapping magisterium عدم تداخل السلطة التعليمية. فبالنسبة له، العلم هو السلطة التعليمية المعنية بتكوين الكون ولماذا يعمل على النحو الذى يعمل به، بينما الدين هو السلطة التعليمية المعنية بأسئلة المعنى النهائى والقيمة الأخلاقية، وهو التمايز الذى يوازى الأفكار التى طرحت فى بداية هذا الفصل.

هناك حجتان متقدتان على قدم المساواة تستخدمان المنطق الإمبريقى والتقمصى قدمتا بينة على أن التفكير الإكليريكى غير حقيقى وغير جوهرى. استخدم كل من ريتشارد داوكنز Richard Dawkins فى كتابه *وهم الإله* The God Delusion؛ وسام هاريس Sam Harris فى كتابه *نهاية الإيمان: الدين والإرهاب ومستقبل العقل* The End of Faith Religion, Terror and the Future of Reason- استخدما مجموعة متنوعة من الحجج لدعم الاعتقادات التى يصرح بها عنوانا كتابيهما. تشمل تلك الحجج العجز عن التدليل على عديد من الادعاءات الدينية، وعدم المعقولية الظاهرية التى تسم كثيرًا من الأفكار الدينية، والأذى المتعدد الذى نتج عن الحماسة الدينية عبر القرون. إن كتابات داوكنز وهاريس مثال على استخدام البلاغى لدعم الأفكار التى يعزوها مناصروها إلى الاستدلال الإمبريقى. يناقض اقترابهما إذن قول إيكهرت بأنه لا يمكن استخدام منهج واحد لتشويه أو الدفاع عن مركزية الدين فى حيوات عديد من الناس. لن يوافق داوكنز وهاريس وآخرون يشاركونهما وجهة نظرهما بالتأكيد، وليس هناك سلطة نهائية لحسم السؤال. لهذا، متروك للشخص إما أن يعتمد على مناهج البلاغة لإقناع هؤلاء الذين يعتنقون الرأى المعاكس أو أن يستنتج أن كليهما صحيح لكن فى سياقات تتطلب فرضيات ومصادر مختلفة للحصول على الإجابات.

الإكليريكى والتقمصى

سعى عديد من العلماء والمفكرين إلى إيجاد الصلات بين الإكليريكى والتقمصى. فعلى سبيل المثال، يستشهد كارين أرمسترونج Karen Armstrong ببترارك Petrarch (١٣٠٤-١٣٧٤) حين يقول :" إن الثيولوجى شعر فى الحقيقة؛ شعرًا يتعلق بالله." وبالمثل، حين يطرح ويليام جيمس بأسلوب شعرى غنائى أن

الاختلافات بين الإمبريقى والدينى " فى هيبة الظواهر وجمالها، (هى)" الوعد" بالشروق وقوس قزح، و"صوت" الرعد"، و" لطف" مطر الصيف، و" سناء" النجوم، وليست القوانين الفيزيقية التى تتبعها تلك الظواهر"، يرتكن بهذا على الصور التقمصية والروابط ليعضد وجهة نظره. لهذا، فإن الروحية بالنسبة لجيمس، على نقيض نيوتن وجودنف، أكثر من الدهشة أمام تنوع الطبيعة أو نظاميتها أو تعقيدها؛ إنها بحث الإنسان عن الاتحاد الشعورى بقوى ما أعظم. يسمى جيمس هذا " المشاعر الفردية المعاشة". وبالنسبة لجيمس، فإن التمايز الأولى بين الروحى والإمبريقى هو الانخراط الشعورى فى البحث وهو ما اعتبره ظاهرة تقمصية أكثر من المكسب الفكرى.

يقبض سومرست ماغنوم Somerest Maugham بروعة على معنى تطور الشك وانحلال الاعتقاد الدينى فى روايته شبه السيرة الذاتية: *عن الرّق الإنسانى* Of Human Bondgae. يصور ماغنوم الصراع بين فقد الاعتقاد الدينى والإيمان والصراعات التى يخوضها لإحلاله بقيم مستقاة من منابع أخرى. وسواء وافق القارئ أو اختلف مع المسار الذى يسلكه فيليب، البطل، فإن قدرة ماغنوم على إثارة الصراع الذى يواجهه فيليب يوضح قوى الاقتراب التقمصى ويسلط الضوء عليها.

هناك مثال على استخدام الحجة التقمصية فى مسألة وجود الله والعلية الدينية فى العبارة التى أصبحت معروفة بـ " رهان بسكال Pascal wager"، تيمنًا باسم الرياضى البارز بلاس بسكال، الذى طرح أن لا عواقب سلبية تقريبا تنتج إذا أخطأ الشخص فى قبول وجود الله، لكنها وخيمة فى حالة رفضه لوجود الله. لقد توصل إلى أن المنطق يفضل قبول وجود الله. فى رأيى، هذه حجة تقمصية ضعيفة بلاغيًا عند مقارنتها بتلك التى طرحها كولينز وجودنف.

الاستدلال الإكليريكى منطق متمايز

فى العالم الروحى/ الدينى، تُكتشف الحقيقة العلية بدراسة أو تأمل النصوص الموجودة والتعاليم التى تشمل معرفة مُكتشفَة. على النقيض تركز المناهج التقمصية والإمبريقية على اكتشاف الحقائق المجهولة. ويمكن اكتساب المعرفة الجديدة والتطبيقات الجديدة لتلك المواقف المعاصرة باستخدام أى من المناهج، لكن تعريف معرفة جديدة ليس الهدف الأولى للإكليريكى. إن البحث عن اتحاد مع قوة أعلى أو قوى أعلى، والانخراط الشعورى النابع من إحساس بالارتباط مع ذلك الاتحاد، . والعيش بأسلوب يتبع تعاليم تلك المنظومة العقائدية، يضع الإكليريكى فى مكان بعيد عن الإمبريقى والتقمصى. قد يتسم الإشباع الشعورى الذى ينبع من الاكتشاف فى التقمصى والإمبيريقى بالقوة، وقد يتمتع بتأثير كبير على حيوات عديدين، لكن يبدو لى أنه ينتمى إلى عالم مختلف (ليس أفضل أو أسوأ).

توضح بعضًا من تلك النقاط دراسةٌ ميدانية نشرتها مجلة *الطبيعة* Nature العلمية المتميزة فى عام ١٩٩٧. وجدت تلك الدراسة الميدانية أن ٤٠٪ من علماء الولايات المتحدة يؤمنون بالله، وهى نسبة أعلى بكثير من العلماء الأوروبيين. عبر المعلقون على الدراسة عن اندهاشهم من هذه النسبة، ربما لأنها تتناقض مع اعتقاداتهم الخاصة، لكن يمكن استخدام تلك الأرقام لدعم أى وجهة نظر يحاول الشخص إثباتها. فمن ناحية، يعتبر عديد من الأفراد الذين يرون أنفسهم علماء أن الدين منهج قوى وبديل لكن ليس منهجا بديلا للمعرفة. من الناحية الثانية، يرى أغلبية العلماء الأديان الإبراهيمية التقليدية هامشية فى حيواتهم. لم تطرح الدراسة على هؤلاء العلماء مباشرة سؤالاً: هل العلم والدين متمايزان أم لا؟ لكن تطرح نتائج تلك الدراسة أن كل العلماء تقريبا يميزون بينهما.

العلية فى الأديان الهندوسية والإبراهيمية

تعرض الفقرات التالية فى إيجاز شديد عملية بناء مفاهيم العلية فى ناموسين دينيين رئيسيين: الهندوسية والإبراهيمية. إن التعميم فى هذين المذهبين أو أى مذهب رئيسى يتجاوز حتميًا عديدًا من التفصيلات والمفاهيم التى تؤثر تأثيرًا دالاً على كيفية رؤية العلية من بين ذلك الناموس، غير أن النقاش الموجز عنها يوضح فعليًا ما تناول الفصل الحالى. هذا النقاش الموجز يشدد خاصة على الأصول الأولية لتلك المنظومات الإكليريكية فى حضارات مختلفة عن بعضها تمامًا، ودوامها عبر الزمن، ووجود أفكار تبدو معاصرة إلى حد مثير للذهول.

الهندوسية

تقترب الهندوسية نحو العلية من وجهة نظر دائرية عوضًا عن خطية. فهى تبنى مفهوم التاريخ على أنه تكرارى متأصل ولا تفترض بداية أو نهاية للزمن. يستقى هذا النمط من *دراما* dharma؛ وهو قانون معطى عن الكون. إن النتيجة التى تحدث عن دراما هى تضفر العلة والمعلول. فعلى سبيل المثال، يقود دراما الفعل الإنسانى والنتائج الناجمة عنه على السواء. ومع ذلك، يتمتع الإنسان بالمبادرة ولذلك فهو مسؤول عن أفعاله، ولذلك يتمتع بقوة علية. إن المثال على عدم وجود بداية هو أن الفيدا Vedas، النصوص المقدسة الهندوسية، لم تكتبها لا شخصية إلهية ولا إنسانية. بالأحرى، إنها " توجد" فقط. إن هذا بالنسبة للذهنية الغربية لا معنى له، لكن بالنسبة للهندوسية فهى تدل على خلود كلمات فيدا.

يتبع عديد من الهندوس النظام الغذائى النباتى، وتقدم نصوص فيدا دعما لهذا. تشمل الأسباب وراء اعتماد النظام الغذائى النباتى عدم ممارسة العنف تجاه الكائنات الحية والاعتقاد بأن، بسبب الكارما Karma، الشخص الذى مارس أذى على آخرين

سوف يعانى منه فيما بعد. هذا مثال على الهُدى الأخلاقى والسلوكى الذى ينبع من تلك المنظومة الإكليريكية.

وعلى غرار عديد من المنظومات الروحية والدينية، خاصة تلك التى استمرت فترة زمنية طويلة، تتسم الهندوسية بمسالك متنوعة أو طوائف تقدم اقترابات مختلفة نحو ما يبدو مسائل أساسية جدًا. فعلى سبيل المثال، يعتنق مذهب Sankhya(١) اقترابًا ثنائيًا يميز بين العلية الفيزيقية والروحية، والعلية العقلية والجسدية، بينما لا تتسم معظم المذاهب الأخرى التى تعتبر نفسها هندوسية بهذا الاقتراب الثنائى.

قد يبدو هذا التنوع بين مذاهب الهندوسية المختلفة (وعديد من المنظومات الاعتقادية الإكليريكية) متناقضا مع التعميم الذى ذكر مبكرًا بأن المنظومات الروحية/ الدينية تتغير نسبيًا عبر تاريخها. من ناحية ثانية، ظلت عديد من التعاليم الرئيسية فى الهندوسية على حالها لعدة آلاف من السنوات، وتقل الاختلافات النوعية والكمية على السواء عن التغيرات التى شهدها ما يسمى الآن بـ"علم عبر الفترة الزمنية نفسها".

من ناحية ثانية، تبدو بعض أوجه الهندوسية معاصرة إلى حد مثير للذهول. وتشمل الأمثلة على ذلك أفكارًا مثل " عكوسية" الزمن، وقابلية التبادل بين العلة والمعلول، والطبيعة النسبية للزمن (طبقًا للراصد بالأحرى عن معيار مطلق موجود)، والأفكار تشغل موقعًا مركزيًا فى نظرية النسبية وميكانيكا الكم. ولقد أدرك عديد من علماء نظرية ميكانيكا الكم تلك التماثلات، احتضنت الصحافة الشعبية تلك الأفكار التى جاءت فى كتب مثل ***أساتذة وو لى الراقصون The Dancing Wu Li Masters؛ والكون الأنيق*** لبريان جرين. اعتبر بعض الكُتاب تلك التماثلات بين المذاهب القديمة

---

(١) أو **Samkhya** ويمكن تعريبها بـ سامخيا، وتعنى حرفيًا العد أو الحساب وتعنى فى السياق الفلسفى التعداد المنهجى والفحص العقلانى.

والفيزياء المعاصرة علامة على اتحاد الإكليريكى والإمبريقى، وهى وجهة النظر التى ناقشها هذا الفصل مبكرًا ورفضها. إن النقطة الأكثر تنويرية أكثر فى هذا السياق، فى رأيى، هى حقيقة اعتناق ملايين الهندوسيين لبعض من أفكار ميكانيكا الكم ونظرية النسبية التى يراها عديد من الغربيين مناقضة للحدس. هذا يبرهن على الحدود القصوى التى تقيد الاعتماد على " الحدس" أو" الواضح" دليلاً على الإيمان أو أسبابا لرفض بنى أخرى، ويشدد على قيمة دراسة أفكار الثقافات الأخرى عند السعى نحو تعيين ما الحقيقة " الطبيعية" أو " الواضحة" أو " بالضرورة".

الإبراهيمية

تشترك الأديان الثلاثة الرئيسية للغرب والشرق الأوسط ، اليهودية والمسيحية والإسلام، فى الإيمان بإله واحد تنبع منه النواميس الإبراهيمية. إن الإله فى تلك النواميس عليم وفى كل مكان- عليم وقدير وكلى الوجود- وبهذا المعنى فهو المنبع النهائى للعلية. وبما أن العلة النهائية تأتى من منبع واحد ومن نقطة واحدة فى الزمن، فالعلية سيرورة خطية فى تلك النواميس الإبراهيمية.

علاوة على أن تلك الأديان الثلاثة تتشارك الإيمان بإله واحد ينبثق منه كل شىء، تتشارك كذلك فى مؤسس لها هو النبى إبراهيم. وتعود أصول الإسلام إلى ابنه إسماعيل، وتعود أرومة اليهودية والمسيحية إلى ابنه الآخر إسحق.

هناك تنوع عظيم ليس فقط بين الأديان الثلاثة بل من بين طوائف عديدة تشكلت داخل كل منها. فعلى سبيل المثال، تدرك بعض المذاهب الإله على أنه المنبع النهائى لكل الأفعال؛ بينما ترى أخرى الإله على أنه البادئ لسيرورة تعمل من تلقاء نفسها ولذلك ليست تحت هيمنة الإله منذ بداية الزمن؛ كما تعتبر الإله راصدًا أكثر سلبية لأفعال البشر والعالم مقابل علة كل الأحداث الدنيوية والسلوك الإنسانى. هذه

معانٍ مختلفة تمامًا للعلية، حتى ولو أنها تشترك فى اعتقاد أساسى بمنبع وحيد. تشترك الأديان الثلاثة فى الاعتقاد بحلول الوقت الذى سوف يختفى فيه الشر وتقود مجموعة من المبادئ الجديدة التفاعلات بين شعوب العالم. هناك فكرة مماثلة فى الهندوسية. نستطيع أن نجد تنبؤات مماثلة فى علم الفلك (يُعتقد أن الكون يتمدد إلى الأبد عوضا عن أنه يتمدد وينكمش دوريا) وفى عديد من السرديات الطوباوية، غير أن العلم يبنى مفهوم البنية المعاصرة للكون على أنه نتيجة مجموعة قوى طبيعية تتحرك منذ بداية الزمن وليس تحت سيطرة البشر، بينما تنتج هذه البنية المعاصرة فى المذاهب السياسية والسردية عن أفعال البشر عوضًا عن كائن يتمتع بقوة لخلق هذه الحالة. من ناحية ثانية، إن وجود هذه الأفكار المماثلة تقنع هؤلاء الذين يسعون إلى تقليص الاختلافات بين تلك الاقترابات نحو المعرفة بأنها غير منطقية أو تشغل مكانًا فى أذهان هؤلاء الذين يتغاضون عن الواضح. ومع ذلك، فإن منبع اعتقاد أى منهما يوجد فى الإيمان أو البلاغة السردية، وهو ليس متاحًا لأشكال أخرى من الدليل.

تتشارك كذلك تلك الأديان الثلاثة مركزية القانون. فجميعها يقر بأن موسى تلقى مجموعة من القوانين من الإله واستقى محرمات تفصيلية منها. هنا نجد مرة أخرى تنوعًا هائلاً، مع بعض التعاليم التى تشدد على السلام وأخرى على العدوانية، وبعض المذاهب التى تحرم الرقص وأخرى تراه سلوكًا يمكن أن يؤدى إلى علاقة أقرب وأكثر حميمية مع الإله. لكن ما هو مشترك مع ذلك هو الفكرة المركزية بأن الإله هو مصدر مجموعة من القوانين الأساسية يجب أن يتبعها كل البشر.

يقتفى جيمس فرانكلين James Franklin فى كتابه الرائع: علم التخمين *The Science of Conjecture* تطور المفهوم الحديث للاستدلال الاحتمالى من محاولات فقهاء اليهودية فى ١٠٠-٢٠٠ قبل الميلاد لحل الأسئلة العلية حين تخلق تفاصيل موقف ما صعوبة فى تطبيق تلك القوانين. (كما ذكر فى الفصل الثالث، سلكت

القوانين الرومانية، مصدرًا مبكرًا آخر للقانون العام الإنجليزى، اقترابًا مماثلاً وظهرت فى الوقت نفسه تقريبًا). جمعت تلك الآراء فى أعمال سميت المشناه Mishna والتلمود Talmud ، وهما مصدر واحد لناموس القانون العام الذى يعتمد على السابق. يمكن اقتفاء أثر تمثيل التلمود لاقتراب نحو العلية يُعرف درجات متدرجة من المسؤولية العلية رجوعًا إلى الحاجة إلى حل خلافات أخلاقية وقانونية ظهرت فى فترة زمنية سبقت تطور الاحتمالية اقترابًا رياضيًا فى القرن السابع عشر.

النتيجة

تمتد جذور البحث عن العلية النهائية إلى القدم، ويبدو أنه كان جزءًا من النفس البشرية يعود عمره إلى ظهور السجلات البشرية. وتؤمن عديد من الثقافات والمجموعات البشرية بأن هناك كينونة واحدة أو مجموعة أو جوهر، غالبًا غير مادى لكن قابل للمعرفة عن طريق الدراسة والخبرة، خلق الكون الفيزيقى الذى نعيش فيه وقدم دليلاً مرشدًا لكيف يجب أن نعيش الحياة. هذه الفكرة، المعبر عنها فى الريجفدا، والألواح السومرية والأساطير البابلية وسفر التكوين، تظل اعتقادًا أساسيًا وجوهريًا لكثير من سكان العالم اليوم. ومع أن هناك كثيرًا من التنوعات على هذه التيمة/ الموضوع وعديدًا من النماذج الفكرية الروحية الأخرى التى تتبع أنماطًا مختلفة، يبرهن تاريخ هذه الفكرة الذى يعود إلى الكتابات البشرية المبكرة واحتفاظها بقوة علية عظيمة اليوم بالنسبة لعديد من الشعوب- يبرهن على مركزية فكرة العلية فى الفكر الإنسانى ورجحان أن هذا الشكل من الاستدلال السببى سوف يظل اعتقادا واسع النطاق وغير قابل للدحض فى المستقبل المنظور. سوف يظل البعض يراه المنبع الأولى للمعرفة العلية، وآخرون يرونه منبعًا من عدة منابع، وآخرون يرونه اقترابا عتيقًا بل مدمرًا، حتى إن وجهة النظر التى يقدمها الكتاب هنا هى: يمكن فهم

الروحى/ الدينى فهما قويًا ومفيدًا فى العصر الحديث على أنه نموذج يكمل الاقترابين التقمصى والإمبريقى. ويمكن مناقشة هذه الأطروحة، لكن دون فيصل نهائى للحقيقة، فنحن نتمتع بالأدوات البلاغية فقط لإقناع الآخرين بالحقيقة النهائية لأفكارنا.

توصل عالم الثيولوجى مستر إيكهرت إلى استنتاج مماثل منذ قرون قبل أن يظهر ما ندركه الآن على أنه المنهج العلمى. إن ادعاءه، الوارد فى بداية الفصل، أن لا العلم ولا المنطق بإمكانهما تناول الأسئلة التى طرحها هؤلاء الذين سعوا إلى معرفة غاية يبدو متعذرًا الوصول إليها، قد أثاره هؤلاء الذين يسعون لمعرفة غاية تبدو عصية على الوصول إليها. ويمكن رفض هذا السؤال بأنه لا صلة له بالموضوع وغير قابل للإجابة وخاوى المعنى، لكن حقيقة أن الاعتقادات الغائية قد ظهرت مستقلة عدة مرات عبر التاريخ الإنسانى، وبقاؤها فى عديد إن لم يكن كل الثقافات عبر التاريخ، والإيمان القوى ولايزال هناك اعتناق قوى بها اليوم عبر أنحاء العالم يطرح أنها اقتراب متمايز للسببية. طرح أرسطو حجة مماثلة منذ ٢٥٠٠ عام مضت حين عرف السببية الغائية على أنها اقتراب متمايز للبنية.

الفصل الحادى عشر

السعى وراء سبب الأشياء

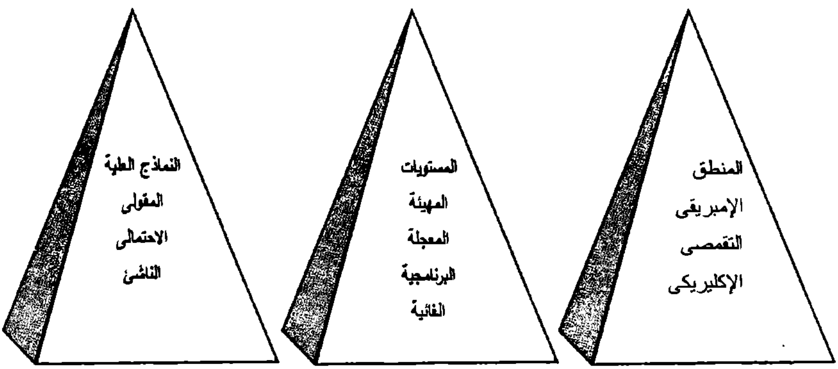
نموذج تطبيقى

إن وعد الحتمية مغو جدا لأنه يزعم أننا لا نحتاج إلى معرفة القوانين التفصيلية

دونكان واتس[1]

نستطيع أن نعطى معنى للحياة بتذكر أحداث الماضى، لكـــن لابد أن تعاش الحياة قدما.

سورن كيركجارد[2]



---

(١) Duncan Watts (١٩٧١ -) باحث رئيسى فى مايكروسوفت .

(٢) Søren Kierkegard (١٨١٣ – ١٨٥٥).

أسست الفصول من الأول إلى العاشر نموذجًا مفاهيميًا للأسئلة الاقترابية نحو العلية واستخدمت أمثلة لشرح تلك الأفكار وتوضيحها. فى هذا الفصل، سوف ينعكس التركيز، إذ يستخدم الفصل ست مسائل محددة لمناقشة النموذج ثلاثى الأوجه ويرسم منفعته وحدوده القصوى على السواء. هذه المسائل هى: ظهور فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز بوصفه اعتلالا وبائيا فى جميع أنحاء العالم؛ والعلية فى قانون الولايات المتحدة؛ وتطور الأنواع وارتقاؤها مفهومًا عليًا؛ مرض ألزهايمر؛ العدوان الإنسانى؛ الأسباب العلمية لمرض الاكتئاب.

فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز

فى عام ١٩٨١، أعلن الأطباء فى لوس أنجلوس عن اعتلال غامض أصاب خمسة ذكور شباب. كانوا جميعًا مثليين وبصحة جيدة حتى طوروا اعتلالا متفاقما مضعفا للقوى ارتبط بأمراض معدية غير عادية، ومجموعة من الظروف التى تطرح أن جهازهم المناعى قد اختل وظيفيا أو توقف عن العمل. سمى الاعتلال بـ" نقص المناعة" المتصل بالمثلية GRIDS. وسريعًا ما أبلغ أطباء فى مناطق حضرية مختلفة عن رعايتهم لأفراد يعانون من أعراض مماثلة صاعقة: كانوا يتمتعون بصحة جيدة فى السابق، معظمهم ذكور أبلغوا عن قرناء من الجنس نفسه، يعانون جميعًا من أمراض معدية مضعفة للقوى، ومات كثيرون. معظم الأفراد الذين يعانون من المرض ولم يبلغوا عن وجود قرناء من الجنس نفسه، إما تعاطوا مواد محظورة عن طريق الحقن أو خضعوا لعملية نقل دم فى سياق رعاية طبية. أعيد تسمية هذا المرض باسم " متلازمة نقص المناعة المكتسب" (إيدز) فى البلاد الناطقة بالإنجليزية.

إن المعالم العيادية للمرضى وحقيقة أن معظمهم لديهم قرناء من الجنس نفسه، وحقنوا بعقاقير محظورة، ولذلك تعرضوا على الأرجح لأبر مستخدمة من قبل، أو

خضعوا لنقل دم- كل هذا يشير إلى اعتلال سببه عامل معد ينتشر عن طريق الاتصال بسوائل الجسد مثل السائل المنوى والدم. إن تفرد الأعراض والأبحاث المعملية يطرح أن هذا مرض " جديد"، أى مرض غير معروف بالنسبة لمزاولى الطب المعاصر. كانت المعالجات المتوفرة الوحيدة تلك التى تستهدف الأمراض المعدية أو السرطان تتطور نتيجة عقم فى جهاز المناعة. عانى معظم الأفراد من نوبات متكررة من الإصابة بأمراض معدية نادرة وعامة على السواء، وعانى عديد من تطور العته ومات آخرون فى حالة واهنة دنفية (متلازمة الهزال). كان الاعتلال هائلاً ومدمرًا ومع مرور الوقت أصبح معروفًا على نطاق واسع، وانتشر عبر القارات وانتقل إلى مزيد من المناطق الريفية. وخلال عدة سنوات أصبح اعتلالاً وبائيًا على مستوى العالم.

فى عام ١٩٨٣، أعلنت مجموعة علمية برئاسة لوك مونتانييه Luc Montagnier فى معهد باستير فى باريس Institute Pasteur, Paris أن الأفراد الذين يعانون من الإيدز أصيبوا بعدوى من فيروس مجهول سابقًا لا يوجد فى الأفراد الذين لا يعانون من الإيدز. أسمى الفريق العلمى هذا الفيروس الفيروس المرتبط بتضخم الغدد الليمفاوية LAV. فى العام التالى، أعلن روبرت جالو Robert Gallo وزملاؤه فى المعهد الوطنى للسرطان فى واشنطن National Cancer Institute, Washington عن عزل الفيروس وأسموه HTLV-III. سريعًا ما ظهر تطابق تلك الفيروسات ووجودها فى كل الأفراد التى تعانى من الإيدز (الخطوة الأولى فى مسلمات كوخ، انظر الفصل الأول). ادعت كل من المجموعتين البحثيتين اكتشاف علة الإيدز، وأعيد تسمية الفيروس ليصبح فيروس نقص المناعة البشرى HIV حلا جزئيا لهذا الخلاف فى التسمية.

عرّف العلماء الذين درسوا الفيروس بأنه فيروس قهقرى retrovirus، أى فيروس يوجّه فيه الحمض النووى الريبى (رنا أو أر إن أيه RNA) تكوين الحمض

النووى الريبى منزوع الأكسجين (الحمض النووى أو دى إن أيه DNA). وأظهرت الأدوية التى صُنّعت سابقا لمعالجة تلك الفيروسات فاعليتها جزئيًا، لكن سريعًا ما نمت المقاومة لها. خلال العقد التالى، عرّف العلماء كثيرًا من ملامح بيولوجية الفيروس ومن خلال تلك المعرفة أنتجوا علاجات فارموكولوجية (عقاقيرية) أكثر فعالية. فى النهاية، أظهر نظام معقد من أدوية عدة يسمى علاجًا عالى الفاعلية باستخدام مضادات الفيروسات القهقرية HAART أنه يستطيع أن يعطل جذريا قدرة الفيروس على التوالد، مما يلطف إلى حد كبير من أثاره الصحية المعاكسة، إذ يمنع انتشاره خلال الجسم. من ناحية ثانية، تعجز تلك الأدوية عن القضاء على الفيروس من الجسم لأنه قادر على "الاختباء" فى الخلايا. غير ذلك النظام المعقد من الأدوية HAART تغيرا جذريا مسار فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز، كما يسمى الآن، لأن جهاز المناعة السليم قادر على منع معظم الأمراض المعدية المنهكة للقوى التى وسمت المرض. لقد خول عديد من الأفراد أن يتمتعوا بصحة جيدة بقدر ما يمكنهم تحمل هذا ورغبتهم فى تناول الأدوية.

كان واضحًا حتى قبل اكتشاف العامل المسبب للمرض أن من الممكن الوقاية من إصابة عديد من الحالات من المرض بمنع مشاركة سوائل الجسد، وباستخدام العوازل الطبية والإبر النظيفة وفحص المتبرعين بالدم للتأكد من خلوهم من عوامل خطر الإصابة بالمرض. وقد زعم بعض المنتقدين أن هذه الاستراتيجية لم تنتشر بالسرعة الكافية، ولايزال يتم تجاهل هذه الخطوات الوقائية حتى اليوم على الرغم من معرفة كيف ينتشر المرض على نطاق واسع.

إن اكتشاف الفيروس أدى إلى تطور اختبار للكشف عن وجوده فى الدم. وبناء عليه، يمكن فحص كل الدم الموهوب، والحفاظ على سلامة إمداد الدم بالإعاضة. (مرة ثانية أدى عدم السرعة فى انتشار الخطوات الوقائية فى عدة بلدان إلى إصابة أفراد

يعانون من الهيموفيليا (نزف الدم الوراثى) الذين يحتاجون إلى نقل عنصر فى الدم يسمح بتجلطه، وآخرين يخضعون لعمليات نقل دم) . اليوم يوجد فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز فى جميع أنحاء العالم، ولكن انخفض عدد الحالات الجديدة فى عديد من الأماكن، لكن لم يقض على انتشاره. فى بعض الأمم النامية، لايزال العلاج غير متوفر على نطاق واسع أو ميسور التكلفة، أما فى البلدان المتاح فيها العلاج، فمازالت تعانى من حالات جديدة من المرض لأنها لم تطبق استراتيجيات الوقاية بكفاءة أو لم تستهدف العلل المهيئة المحددة التى تهيمن فى تلك المنطقة.

جذريًا غيّر تطور عقاقير مضادات الفيروس القهقرى المرض من اعتلال مهلك حتمًا إلى مرض يمكن السيطرة عليه لكن لا يمكن الشفاء منه بعد. يمكن أن يمنع الإصابة بالعدوى علاج الأفراد الذين تعرضوا للفيروس خلال أربع وعشرين ساعة، كما يمكن منع انتقال الفيروس لأطفال النساء الحاملات المصابات بالفيروس عند الولادة إذا تلقين العلاج. لقد تحقق هذا التقدم الهائل فى السيطرة على المرض بفضل البحث الإمبريقى الذى اعتمد على معرفة أن الفيروس على معجلة للمرض.

من ناحية ثانية، لم تنجح لا معرفة كيفية انتشار المرض ولا المعالجات الفعالة التى تطورت فى العقد الأخير فى وقف انتشاره إلى جميع أنحاء الكرة الأرضية ولم تؤد كذلك إلى خفض معدل الحالات الجديدة فى أجزاء عديدة من العالم. ومن الواضح أنه يجب قطع انتقال المرض إذا كان الهدف هو وقف الوباء، لكن هذا الهدف يستلزم فهم سلوكيات الأفراد ومجموعات الأفراد لتحقيق هذا. على سبيل المثال، هناك صلة بين ختان الذكور وتقليل خطر انتشار الفيروس، فى حين يزيد الخطر مع وجود قرناء متعددين فى الحياة الجنسية للشخص. إن تغير أنماط عوامل خطر الإصابة بالمرض هو تحد كبير.

النموذج ثلاثى الأوجه المطبق

اكتشفت العلة المعجلة لفيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز، بعد ثلاث سنوات فقط من تعريف المرض لأول مرة. لن يتطور المرض دون الفيروس، وحين يوجد الفيروس فى الإنسان، يتوقف الجهاز المناعى دائمًا عن أداء وظيفته أو يتوقف تدريجيًا عبر الزمن. تلبى تلك الحقائق المعيار الأول من مسلمات كوخ إذ تربط عليا السبب المرضى pathogen بالمرض. وبما أنه لم يعثر على عامل آخر (دواء، سلوك، جين، عامل معد) يتصل كلية بالمرض، فهناك اتفاق عالمى بين الخبراء على أن الفيروس هو علة الإيدز. إن هؤلاء القلة الذين ادعوا العكس لم يقدموا أى برهان يدعم ادعاءهم. تطورت المعلاجات التى تقلل بدرجة هائلة كمية الفيروس فى مجرى دم الفرد المصاب وخلال الجسم كله حسب المفترض. هذا يلبى جزئيًا المعيار الثانى لكوخ، الذى ينص على أن إزالة العامل المؤذى يحلّ الأعراض. يحاول عديد من العلماء تطوير تطعيم يمكن أن يمنع قابلية الإصابة بالفيروس ويقى من الإصابة بالمرض. ويعتقد بعض الخبراء أن التطعيم قد ينجح بقدر نجاح برنامج تطعيم الجدرى ويؤدى إلى القضاء على الفيروس من البشرية. من ناحية ثانية، إن صعوبة استئصال أمراض فيروسية أخرى مثل الحصبة؛ والإخفاق فى القضاء على أمراض تنتقل عن طريق الممارسة الجنسية مثل الزهرى والسيلان، حيث تتوفر معالجات فعالة لها منذ عقود، يدل على التحديات العظيمة التى يجب مواجهتها لتحقيق هذا، حتى لو ذللت الصعوبات البيولوجية التى تعرقل تطوير التطعيم. بناء عليه من الضرورى فهم الأوجه الفريدة من الشبكة العلية المعقدة لكل مرض ضرورى لتحقيق تقدم أكبر فى الوقاية والعلاج.

عرّف العلماء العلة المهيئة لفيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز حتى قبل عزل الفيروس: سلوكيات وأفعال يتم خلالها مشاركة السوائل الجسدية- سواء مهبلية أو

شرجية أو ممارسة الجنس الفموى؛ واستخدام الإبرة من أكثر من شخص؛ حقن سائل ملوث أو زرع عضو جسدى مصاب بالعدوى؛ والولادة الطبيعية لطفل من أم مصابة بالعدوى. تزيد هذه الأفعال من نسبة رجحان أن ينتشر المرض من فرد إلى آخر، لكنها لا يمكن أن تؤدى إلى تطور المرض ما لم يكن الفيروس موجودًا. وبما أن التدخل يمكن أن يمنع الفيروس وكذلك المرض من الانتشار، فهى أجزاء جوهرية من السلسلة العليّة.

إن أحد الأوجه الاستثنائية من فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز هو الكيفية التى انتشر بها سريعًا حول العالم؛ إذ إن العوامل التى تساهم إلى هذا تشمل إتاحة السفر جوا بسبب تكلفته المنخفضة، وسهولته عالميا، والاستخدام السائد للعقاقير الترفيهية عن طريق الحقن، والمجموعات الاجتماعية والنوازع/ الميول المتغيرة التى رفعت الرقم المتوسط من قرين واحد إلى عدة للشركاء فى الممارسة الجنسية، والاستخدام المكثف لمنتجات الدم من مزاولى الطب، وفشل مزاولى مهنة الطب فى اتباع إجراءات الوقاية الضرورية المعروفة لمنع انتشار العدوى، مثل ارتداء القفازات واستخدام الإبر والحقن مرة واحدة فقط. وعلى الرغم من أن كلاً من تلك العوامل تساهم فى الانتشار الوبائى لمرض فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز حول العالم، فالمرض كان يمكن أن يرسخ دونها ببطء أكبر فقط، وإن دورها بوصفها عوامل مساعدة هو ما يجعلها عللا مهيئة لتطور المرض.

كان ولا يزال العار الذى يلازم الاعتلال مساهمًا آخر فى الانتشار الفالت لفيروس نقص المناعة البشرى، إذ يمنع بعض الأفراد الذين يعانون من أعراضه من طلب الرعاية الطبية أو التصريح بمرضهم لقرنائهم فى الممارسة الجنسية وللأطباء أو لآخرين. يدعى البعض أن الاستجابة البطيئة من مسؤولى الصحة العامة والمسؤولين المنتخبين ساهمت كذلك فى انتشاره السريع. إن هذه العوامل الثقافية كانت ولاتزال

عللا برنامجية. فهى جزء من النسيج البيئى الذى أصبح الفيروس راسخًا فيه ومعززا انتشاره، وذلك عن طريق احتمال أن تعمل العلل المهيئة والمعجلة. وساهمت كذلك الشبكات الاجتماعية المكونة من أفراد يتشاركون أنماطًا سلوكية معينة فى انتشار الفيروس. فى الغرب، هاجم المرض أولا الرجال المثليين، لأنهم يشكلون مجموعات متفاعلة تفاعلا عاليا فى بعض المدن. وبالمثل، هؤلاء الذين يتشاركون الحقن بالإبر ذاتها يتفاعلون بعضهم مع بعض وينشرون الفيروس أكثر. وكما أظهر الباحثون مثل باراباسى، يمكن أن يمارس عدد قليل من الأفراد المتصلة ببعضها اتصالا حميمًا تأثيرا عظيما (المركز) على شبكة كاملة. فمثلا يمكن أن ينشر المرض: عدة أفراد يتمتعون بشركاء جنسيين متعددين سواء من الجنس نفسه أو من الجنس المغاير؛ أو فرد مصاب واحد امتزجت عناصر دمه مع آخرين لتقديم علاج يتلقاه عديد من الأفراد المصابين بالهيموفيليا؛ أو زجاجة سالين واحدة ملوثة بإبرة استخدمت مرات عديدة من مزاولى مهنة الطب أو متعاطى المخدرات، إذ يمكن كل شخص فى حالة من تلك الحالات أن ينقله إلى آخرين. إن فهم أن "المواقع" المتصلة اتصالا عاليا تلعب دورا فى انتشار الحالة يقدم فهما للعلة التى تختلف عن العوامل المهيئة والمعجلة المذكورة أعلاه.

إن منطق الدراسة العلمية/*الإمبريقية* كما طبقها علماء علم الأوبئة والفيروسات وعلم العقاقير، والأمراض المعدية يؤدى إلى الاستنتاج بأن فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز مرض معد، ينتشر عن طريق مشاركة السوائل الجسدية، وأن العامل العلى هو فيروس محدد وغير معروف قبل ذلك. إن الدليل على هذا (أ) يتجمع المرض فى مجموعات معينة من الأفراد (الذكور الذين يمارسون الجنس مع الذكور؛ متعاطو المخدرات الذين يستخدمون عقاقير عن طريق الحقن وإبرا استخدمها متعاطى مخدرات آخر؛ الأفراد الذين يخضعون لعملية نقل دم أو عناصر أخرى من الدم) (ب) إن المشترك بين تلك المجموعات المتنوعة هو تبادل السوائل الجسدية (السائل النووى

والدم) (ج) تتطور عديد من الأمراض المعدية المرتبطة به والسرطانات التى يعانى منها الأفراد المصابون حين يتوقف جهاز المناعة عن العمل. بناء على هذا الاستدلال، تطورت معالجات مثبطة فعالة لفيروس نقص المناعة البشرى فى وقت قصير استثنائى (على الرغم أنه لم يكن سريعا بما يكفى لبعض المرضى) بسبب وجود بعض أدوية مضادات الفيروس القهقرى التى تطورت سابقًا. أدى كذلك فهم نموذج انتقال المرض إلى تصميم برامج سمحت بالممارسة الجنسية الوقائية، وقدمت بدائل للإبرة المشتركة، وفحص عناصر الدم، وأدت إلى استخدام مزاولى مهنة الطب للقفازات لمنع انتقال المرض بينهم وبين هؤلاء الذين يلمسونهم. وبعد عقد، أدى الفهم التفصيلى الأكبر لدورة حياة الفيروس إلى تطوير معالجات أكثر فاعلية. وهكذا لعب المنطق العلى الإمبريقى دورًا رئيسًا فى تعريف العلة والمعالجات المسيطرة على المرض. كما صاغت كذلك تلك البيانات الإمبريقية تطور الاستراتيجيات الوقائية. يُفحص الأفراد الذين يتبرعون بالدم أو يبيعونه للكشف عن عوامل خطر الإصابة بالمرض لديهم، ويُستبعد من يحمل هذه العوامل من التبرع بالدم أو بيعه. تطورت الاختبارات المعنية بتعريف الفيروس فى عناصر الدم والدم المصاب. كذلك وضعت الاستراتيجيات التى تحول دون انتشار الفيروس عن طريق منع تبادل السائل المنوى. وتشمل تشجيع استخدام العازل الطبى، والإثناء عن اللقاءات الجنسية العابرة.

يضفى المنطق التقمصى المعقولية الظاهرية على العوامل المساهمة لانتشار المرض من الوصول السهل للسفر جوا والميول/ النوازع المتغيرة التى رفعت من معدل مشاركة الإبر المستخدمة لحقن الأدوية التى تؤثر على المزاج والسلوك والتغيرات فى العادات الجنسية. وعلى الرغم من الوصول إلى معرفة شاملة عن كيف ينتشر المرض وكيف يمكن الوقاية منه، فإنه مازال هناك حالات عدوى جديدة. لا تقبل بعض من العوامل المساهمة فى هذه الحقيقة المؤسفة الاختبار الإمبريقى لكنها عالية الاحتمالية.

تشمل هذه العوامل عوامل النمو المحددة بالعمر (مثل مشاعر الصلابة والتمرد)؛ والصفات الشخصية (يميل بعض الأفراد بالطبيعة للمخاطرة حين تكون النتائج المعاكسة/ الوخيمة ممكنة ومعروفة)؛ ورفض بعض الحكومات والأفراد لمعايير الصحة العامة مثل توزيع استخدام العازل الطبى ونقص علاج النساء الحوامل اللواتى يحملن فيروس نقص المناعة البشرى عند موعد ولادتهم بسبب التكلفة والتراخى؛ وقوة الدافع الجنسى؛ والطبيعة الإدمانية لبعض الأدوية المحقنة التى تدفع بعض الأفراد إلى المخاطرة. تلك العوامل ذات احتمالية عالية فى ترسيخ الوباء وانتشاره ، ويبدو أن دورها لاجدال عليه فى ظنى. لكن فى حين هناك بينة واقعية تدعم تلك الادعاءات؛ على سبيل المثال الصلة بين الأدوية الترويحية عن طريق الحقن واكتساب الفيروس، تعتمد الأطروحة التى تطرح أن هذا يمكن عزوه إلى الميول/ المواقف المتغيرة والمتغيرات الاجتماعية والاقتصادية على القوة السردية لهذا الادعاء فى الأساس.

من أين أتى المرض؟ إن التماثل بين فيروس نقص المناعة البشرى والفيروس الموجود فى الرئيسيات غير البشرية الإفريقية، فيروس نقص المناعة القردى SIV، والبينة بأن الحالات الأولى ظهرت فى أفريقيا فى خمسينيات القرن الماضى، تطرح أن الفيروس انتقل من القرود إلى البشر. هناك نظرية محتملة بأن الصيادين الذين ينظفون القرود التى قتلوها للحمها أصيبوا بالعدوى خلال قطع ما أو جرح مفتوح فى أيديهم وأن الفيروس تحول لشكل يمكن أن يصيب معه الإنسان. يبدو هذا السرد معقولا جدًا ويضع معًا ما هو معروف عن الفيروسين (SIV,HIV)، وهو أن الحالات المبكرة وقعت على الأرجح فى البلاد الإفريقية تحت الصحراء؛ وأن الفيروس ينتشر عن طريق الدم؛ وبينة ما على أن هناك حالات ظهرت فى خمسينيات القرن الماضى. ويمكن فهم الظهور " المفاجئ" للمرض واندلاعه فى أوائل ثمانينيات القرن الماضى على أنه سلسلة من تلك العوامل المختلفة. لا تفسر علة مهيئة أو معجلة واحدة حصول الوباء أو لماذا

حدث حين حدث، لكن عند تأملها معًا، ينبثق سرد معقول ومتناسق وشامل وفعال. علاوة على ذلك، هناك عوامل أخرى طرحت لم تلق قبولاً كليًا أو واسعًا. فعلى سبيل المثال، يطرح كريج تيمبرج ودافيد هالبرن Craig Timberg فى *كتابه الفتيل: كيف أشعل الغرب وباء الإيدز وكيف يستطيع العالم تجاوزه فى النهاية*[1]، إن النظام الكولونيالى وبقاياه أسهما فى تولد المرض.

يوضح فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز تعايش نماذج علية متعددة، كل منها يضيف قوة تفسيرية. إن الطبيعة العلية التى تسم فيروس نقص المناعة البشرى مقولية. فدون الفيروس، لايستطيع أن يوجد المرض؛ وحين يوجد الفيروس فى الفرد، تصبح نسبة رجحان أن يطور الفرد مرض فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز (إلا إذا تلقى علاج مضادات الفيروس القهقرى) نسبة عالية. علاوة على ذلك، يمنع علاج المرض بمعالجات محددة تفاقمه العنيد ويقلص معدلات العجز الحاد والموت بنسبة كبيرة. وتوافق هاتان الحقيقتان عنصرين من مسلمات كوخ. إن متطلب/ شرط انتشار الفيروس عن طريق مشاركة السوائل الجسدية مقولى كذلك.

إن عديدًا من العوامل المهيئة لفيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز *بعدية*. كلما زاد عدد القرناء فى الممارسة الجنسية، ارتفعت نسبة رجحان التعرض للفيروس ونسبة تطور المرض. تتوزع عديد من السلوكيات الخطرة توزيعًا بعديًا بين السكان. على سبيل المثال، يتوزع بعديا فى التعداد السكانى سمة المخاطرة الشخصية. ويرتبط ارتفاع درجة مقياس هذه السمة بارتفاع رجحان تطور مرض تعاطى المخدرات، وممارسة الجنس دون وقاية، ورفض الإجراءات الأخرى المعروفة التى تقلل من خطر الإصابة، والسلوكيات التى تزيد من رجحان التعرض للفيروس. وأظهرت دراسات علم

---

(1) *Tinderbox: How the West Sparked the AIDS Epidemic and How the World Can Finally Overcome.*

الأوبئة أن انتشار المرض يمكن نمذجته بفهم أنماط التفاعل الاجتماعي لمجموعات الأفراد التى تحمل عوامل خطر الإصابة بنسبة عالية مثل الرجال الذين يمارسون الجنس مع قرناء من الجنس نفسه، والرجال الذين يمارسون الجنس مع مومسات متعددات، ومتعاطى العقاقير عن طريق الحقن بالوريد. تساعد تلك الأنماط التفاعلية على شرح النمو اللاخطى لاندلاع الوباء والأهداف المعروفة (المراكز) للوقاية والاكتشاف المبكر لحالات الإصابة بالمرض.

وعلى الرغم من المناقشة المذكورة أعلاه، فإنه من المعقول أن نسأل ما إذا النموذج ثلاثى الأوجه يحسن من فهم المرض ويحسن، وهو الأهم، من الجهود المبذولة للوقاية منه وإمكانية القضاء عليه. من الواضح أنه إلى حين تتوفر المعالجات التى إما أن تقضى على الفيروس بقتله أو تمنع رسوخه عن طريق حث الاستجابة المناعية (التطعيم)- أى تستهدف العلة المقولية-، سوف يستمر المرض فى الانتشار *مالم* يحدث تنفيذ كلى للاستراتيجيات التى تستهدف العلل المهيئة: الاستخدام المشترك للإبر؛ والممارسة الجنسية غير الوقائية بين أفراد يتمتعون بقرناء متعددين فى الممارسة الجنسية؛ والفشل فى تقديم علاج مضادات الفيروس القهقرى للنساء الحاملات للفيروس عند وقت ولادتهن؛ وممارسات مزاولى المهنة المحترفين الذين يعرضون أفرادًا متعددة للدم ومنتجاته. إن تطبيق النموذج ثلاثى الأوجه يوضح أن القضاء على هذه البلية سوف يتطلب تطوير علاج بيولوجى أفضل يستهدف الفيروس المسبب وتنفيذ الاستراتيجيات الفعالة فى القضاء على - أو على الأقل تقليله إلى درجة عظيمة - العوامل الفردية والشبكية المهيئة للتعرض للفيروس. إن الإخفاق فى القضاء على الزهرى والسيلان على الرغم من توفر المعلاجات الفعالة وإتاحتها لأكثر من ستين عامًا مضت يطرح أن تطوير دواء يقضى على الفيروس فى الجسم لن يوقف على الأرجح انتشار المرض من تلقاء نفسه. قد تسمح ، وفعليا سمحت، تطوير

استراتيجيات الصحة العامة بخفض معدلات الحالات المرضية الجديدة، لكن لايزال الفيروس ينتشر. إن الإخفاق فى القضاء على الأمراض الجنسية الأخرى، والتصدى لاضطرابات تعاطى المخدرات على الرغم من عقود شهدت محاولات لتحقيق هذا، يطرح أن فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز سوف يكون من الصعب إن لم يكن مستحيلا القضاء عليه. إن تطوير تطعيم يمكن أن يقى من الإصابة بالمرض خطوة عظيمة بلا شك إلى الأمام، لكن يوضح فهم أن عديدًا من العوامل المهيئة لتطور المرض تقع من بين مجال السلوك البشرى، عدم إمكانية أن تحقق استراتيجية واحدة للقضاء عليه الفاعلية. يصور كل مدافع عن اقتراب ما أنه الناجح فى هذه اللحظة. يطرح النموذج ثلاثى الأوجه، أن التقدم نحو القضاء أو على الأقل تقليص المعاناة التى يخلقها فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز سوف يتطلب فهمًا أفضل للأسباب المقولية والمهيئة واللاخطية وتطوير الاستراتيجيات التى تستهدف العوامل فى كل من تلك المقولات. هكذا، يؤكد النموذج ثلاثى الأوجه على الحاجة إلى بذل الجهود المتواصلة على عدة جبهات وتوفير إطار يمكن من خلاله شرح تلك الاستراتيجية وتوجيهها. إن تعقيد النموذج ثلاثى الأوجه تحد، لكنه يتيح السبيل لمقاومة هؤلاء الذين ينبذون استراتيجيات الصحة العامة، أو يسفهون من أهمية بيولوجى المرض أو يؤمنون بأن العازل الطبى وبرامج تشجيع الزواج الأحادى أو شريك جنسى واحد أو المعلاجات المداوية وحدها هى الحل لوقف الوباء. إن مصير أى من هذا هو الإخفاق لأنه وجه واحد فقط من سلسلة علية معقدة.

يساعد النموذج الثلاثى الأوجه كذلك على تفسير لماذا هناك صعوبة فى تحقيق تقدم تجاه بعض من العلل المهيئة والشبكية ولماذا لم يغير التثقيف وحده تلك السلوكيات المهيئة. يجب أن يقر تصميم تدخلات الصحة العامة بأنه ليس هناك اقتراب وحيد يمكن أن يقضى أو يخفض من انتشار الفيروس وأن أى مجهود سوف

يبذل لمهاجمة العوامل المهيئة سوف يواجه عديدًا من التحديات. علاوة على ذلك، على الرغم من الجهود الضخمة التى تبذل فى تطوير التطعيم والأدوية التى يمكن أن تقتل الفيروس، تطرح الصعوبة التى تواجهها هذه العملية حتى الآن فى معالجة العلل المهيئة أن التقدم تجاه القضاء على الفيروس سوف تقابله معوقات مالم تتم معالجة المسائل المهيئة البعدية والسردية.

توضح الحدود القصوى التى تسم الاقتراب ثلاثى الأوجه نحو العلية مثال فيروس نقص المناعة البشرى/ الإيدز. يحمل بعض المسؤولين والشخصيات العامة اعتقادات لاتحكمها بيانات إمبريقية أو سرديات تقمصية. إن هؤلاء الذين يرون المرض عقابًا؛ أو طاعونًا نشرته مجموعات ما لابتلاء آخرين بالوهن والموت؛ أو اعتلالا لا تعتبر مسؤولية الشخص عن سلوكياته جزءًا منه لأن الفيروس هو العلة- هؤلاء جميعًا لن يقتنعوا ومن المحتمل لن يقبلوا حتى مناقشة المسائل من وجهة النظر المعقدة تلك.

القانون

يتضمن مفهوم القانون فكرتين عريضتين: (١) مجموعات من الناس تحتاج إلى قوانين لتعريف السلوك المقبول لتلك المجموعة؛ و(٢) القوانين والإجراءات التى تستخدمها الوحدات القانونية لتعيين المسؤولية بالنسبة للأحداث أو الأفعال وتسوية الصراعات؛ وتعيين نوع العقاب ومداه الذى يجب تخصيصه وتوزيعه فور إعلان المسؤولية المتحقق منها. إن عمر القوانين الرسمية يعود إلى أربع ألفيات على الأقل، حين حفر السومريون، مجموعة سكنت ما يسمى الآن جنوب العراق على الحجر. ووضعت وحدات حاكمة آلافًا من النظم القانونية المختلفة منذ ذلك الحين، غير أن تعيين العلية هو الملمح الرئيسى لكل منها. يقوم النظام القانونى فى الولايات المتحدة

على النظام الإنجليزى الذى كان معمولا به فى الكولونيات قبل أن تصبح الولايات المتحدة بلدا مستقلاً (ماعدا لويزيانا، التى تستقى قانونها من القانون النابليونى).

إن الفرضية الجوهرية للنظام التشريعى الأمريكى هى أن الكيانات الفردية والجماعية (الشركات والحكومات والمنظمات) تتصرف بصفتها فواعل ذات إرادة حرة ولذلك تتحمل مسؤولية أفعالها. يقسم الخطأ إلى فئتين عريضتين : الجنائى والجنح.

فى القانون الجنائى، يحدد تعريف الفعل الخاطئ القوانين التشريعية المُصدقّة. وتتراوح الأفعال غير القانونية من المشى فى مكان غير ملائم من الشارع أو فى وقت غير ملائم (عبور الطريق بصورة تخالف أنظمة السير) إلى القتل عن عمد. هناك عدة مبادئ تبطن هذا الاقتراب نحو السلوك الجنائى. الأول، إن المجتمع، من خلال الفرع التشريعى، هو من يُعرّف الأفعال التى تعتبر غير قانونية. الثانى، بما أن القانون المكتوب لا يستطيع أن يعالج الفروق الدقيقة لكل ظرف، يعتمد على الحالات السابقة فى حالة ظهور قضية فى سياق قانونى لم يتم تناولها مباشرة أو هناك عدم اتفاق بشأنها.

لابد أن يتسم التوصل إلى حكم فى إجراء قانونى جنائى، بقرار مقولى من مذنب أو غير مذنب. ومع ذلك هذا القرار لا يتطلب/ يشترط اليقين المطلق بشأن المسؤولية العليّة. بالأحرى، يجب إظهار أن العلية تحققت: " لا لبس فيه/ لا شك فيه"؛ أو طبقًا لمعيار احتمالى يكافئ " أرجحية عالية جدا." وعلى الرغم من أن الأساتذة القانونيين والمحاكم يعارضون معارضة شديدة تحديد رقم فعلى لتلك اللغة الاحتمالية، فإن هناك إقرارا عاما أنها تقع من بين المعيار المستخدم عامة فى العلم: ٩٥ ٪ من الاحتمالية. فى العلم، هذا يعنى أن رجحان أن لا تعزو النتائج إلى الصدفة تساوى ١٩ من عشرين (٩٠٪) وأن رجحان حصول النتيجة صدفة يساوى واحدا من عشرين أو ٥٪.

توضح التوترات التى ناقشها الفصل الثانى بين المقولى (الثنائية) والبعدى (الاستمرارية) هذا الاقتراب المزدوج : المجتمع (كما يعبر عنه المنظمات الحكومية)

يحتاج إلى عقاب مرتكبى الأفعال التى تعرف على أنها غير قانونية. هذا يتطلب نظامًا قانونيًا يحدد البرىء أو المذنب فى تحديد " نعم/ لا". ومع ذلك أدرك العرف، الذى يصاغ على أنه سوابق تعود إلى عدة مئات من السنوات، أن متطلب اليقين الذى يصل إلى ١٠٠٪ مستحيل، من ثم غير عملى؛ ففى العالم الواقعى لصنع القرار، يستطيع أن يجد الشخص دائمًا تقريبًا حقيقة ما أو معلومة ما تقوض القدرة على إمكانية تحقيق المطلق. وحتى حين يعترف شخص ما بأنه مذنب فهناك إمكانية أن يكون تم إكراهه على الاعتراف. فى الولايات المتحدة، ارتفع الانشغال بشأن هذه الإمكانية إلى مستوى الحماية الدستورية فى مواجهة أن يتطلب من الشخص الشهادة ضد نفسه. هناك شك حتى فى مواجهة بينة قوية جدا. فعلى سبيل المثال، حتى مع وجود دليل فيزيقى مثل الحمض النووى دى إن أيه الذى يمكن أن يأتى فقط من المدعى عليه، يمكن إثارة إمكانية أن يكون قد قام شخص ما بوضعه فى موقع الحادث. على الرغم من تلك الاعتراضات المتسقة مع اعتراض هيوم بأن وجود البرهان المطلق مستحيل، عين المجتمع ضرورة وجود منهج لتوكيد المسؤولية عن الأفعال غير القانونية، وكانت النتيجة هى النظام القانونى. حاول المشرعون والقضاة والقانونيون الأمريكيون إذ بدءوا بأطر الدستور الأمريكى، بناء آليات، من خلال مبادئ قانونية منصوص عليها وقوانين محددة، لزيادة رجحان القرارات الدقيقة وتخفيض رجحان غير الصحيح منها.

ترتكن الملامح الرئيسية للقانون الجنائى التى تتصل بالعلية على فرضيات عدة: إن الحقيقة موجودة ويمكن تعيينها؛ إن اليقين المطلق معيار عالٍ جدًا لتحديد العلة؛ يمكن دمج الاقترابات التى ترفع نسبة رجحان صحة الحكم القضائى فى النظام القانونى؛ يتطلب نجاح النظام أن يتفق الجمهور والخبراء على الدعائم الأساسية

للنظام؛ ويمكن أن تصدر قرارات خاطئة، ومن ثم هناك الحاجة إلى نظام الاستئناف لإعادة النظر فى القرارات؛ ويجب اتخاذ قرار نعم/ لا فى النهاية.

يعالج العنصر الثانى من النظام القانونى فى الولايات المتحدة وهو قانون الجنح، الأخطاء التى تحدث نتيجة الإهمال. وهو يعرف على أنه إخفاق فى اتباع المعايير الراسخة مجتمعيا من السلوك. يرفع فرد ما دعوى الجنحة عوضًا عن الدولة. ويتناول هذا القانون أسئلة مثل ما إذا شخص ما تسبب فى أذى شخص آخر بفعل شىء ما (حفر حفرة دون إحاطتها بحاجز على سبيل المثال)، أو ما إذا أنتجت شركة ما منتجًا معيبا أو إذا يسبب هذا المنتج أذى/ ضررًا.

إن الملمح الرئيسى لقانون الجنح هو أن الأطراف المسؤولة عن النتائج المعاكسة مسؤولة عن إصلاح الضرر الحاصل، غالبًا عن طريق تقديم مبلغ نقدى للطرف المتضرر. من وجهة نظر العلية، إن الاختلاف الرئيسى بين القانون الجنائى وقانون الجنح فى الولايات المتحدة هو أن مستوى اليقين المتطلب لتقرير حالة جنح هو " رجحان البينة" الذى يعنى " مرجح أكثر من كونه غير مرجح". ومرة ثانية، يرفض المشرعون القانونيون تطبيق قيمة رقمية على هذه العبارة، لكنها تعنى جوهريًا أن رجحان الحقيقة أكبر من ٥٠٪. هذا أقل صرامة بكثير من معيار " لا لبس فيه/ لا شك فيه" للإجراءات الجنائية. إن الاختلاف الواضح بين المعيارين يتعلق بالاختلافات المدركة فى طبيعة الانتهاك. إن النقطة الرئيسية من زاوية الاستدلال العلى هى أن الولايات المتحدة طورت معيارين قانونيين مختلفين لترسيخ العلية بناء على الاختلافات المدركة فى قوة البينة الضرورية لترسيخ العليّة.

يمتد هذا الاختلاف بين القانون الجنائى والجنح لمسائل إجرائية مهمة. ففى الإجراءات القانونية الجنائية، ولا يمكن استدعاء المتهمين للشهادة ضد أنفسهم، وهى حماية فى مواجهة تجريم الذات التى يضمنها قانون حقوق الأفراد من الدستور

الأمريكى. فى قضايا الجنح، على النقيض يمكن استدعاء المتهمين لتصفح كل المواد المتعلقة بالقضية وللشهادة، حتى لو أن الإجابة الحقيقة قد تؤذيهم.

لا تقرر كل قضايا الجنح بنعم/ لا. قد يتفق الطرفان على الصلح حيث يتم دفع مبلغ ما أو يتم اتخاذ خزات ما أخرى لعلاج المشكلة، دون إقرار مسؤولية ما. هنا ينحى جانبا سؤال العلية، لكن يتوفر إصلاح الضرر. هذا يوضح حقيقة أن القانون يتمتع بغايتين مزدوجتين فى ترسيخ العلية والعقاب الملائم أو التعويض.

تعبر أوجه أخرى متعددة من قانون الولايات المتحدة عن اقتراب أكثر تدرجًا نحو المسؤولية العلية وصنع القرار. ويتم التعامل مع الأفعال المدبرة/ المتعمدة بصرامة أكبر فى النظام الجنائى عن تلك التى يحكم بأنها حدثت فى اللحظة. إن المثال على ذلك هو الاختلاف بين القتل من الدرجة الأولى والقتل غير المتعمد/ دون سبق إصرار. فى قضايا الجنح، يمكن أن ينتج عن الأفعال التى تقدر بأنها شنيعة خاصة أو مكررة عقابًا شاقًا أكثر، مثل الأذى الثلاثى، عن تلك التى لا تتسم بهذا. هكذا، يمكن تدرج العقاب طبقًا للظروف التى سبقته وساهمت فيه أو أحاطته. يمكن أن يقرر القضاة والمحلفون أن الظروف المخففة يمكن أن تخفض من مسؤولية العلة. يعكس الجدل المعاصر حول ما إذا يجب أن يخفف تاريخ سابق (التعرض لاستغلال جسدى أو عاطفى) لشخص ما أذى زوجته أو والديه... إلخ من مسؤوليته؛ وحول ما إذا كان الأفراد ذوو التخلف العقلى (يشار إليها الآن بالإعاقة الفكرية) يجب أن يتلقوا الحكم نفسه بصفتهم أشخاصًا طبيعية معرفيا أم لا –يعكس هذا الجدل التوتر الذى ينجم عن نموذج يعرف العلية بناء بعديًا.

هناك مثال آخر على الاقتراب التدرجى نحو صنع القرار هو استخدام هيئات القضاة لصنع القرارات. وتتكون تلك الهيئات عادة من عدد فردى من الأفراد الذين " يصوتون" على النتائج. ويتطلب القرار أغلبية (وثاق مراعاة أو احترام السوابق

القضائية.) نتجت عديد من الآراء القاطعة للمحكمة العليا فى السنوات الحديثة من ٤-٥ أصوات.

وللتلخيص، تعرف العلية بالمعنى القانونى بالثقافة. فى الولايات المتحدة، يعتمد تعيين المسؤولية العلية على مبادئ وإجراءات ترسخت فى دستور الولايات المتحدة وتعديلاته، خلال عملية تشريعية لتشريع/ تمرير القوانين فى السلطات القضائية، وعن طريق تراكم الحالات السابقة التى توضح المسائل التى لم تعالج معالجة تشريعية صريحة أو فى الدستور. ومع مرور الوقت، يمكن أن تتغير الأفعال التى تعتبر صحيحة وخاطئة، بقدر تعريفات استحقاقية اللوم العليّة. هذا يمكن أن يتحقق من خلال تغيرات تشريعية صريحة على الدستور والقانون أو من خلال التفسيرات المتغيرة للدستور والقوانين التشريعية. وعلى الرغم من أن تلك التغيرات تحدث غالبًا ببطء، فإن العلية فى المعنى القانونى بنية سائلة تتغير وسوف تتغير عبر الزمن.

النموذج ثلاثى الأوجه التطبيقى

بالنسبة للقضايا التى وصلت إلى المحكمة، فإن القرار الأولى الذى يصدره القاضى أو المحلفون هو هل المتهم هو العلة/*المعجلة* للحدث المعنى أم لا. يجب أن يتوصلوا إلى حكم مقولى نعم أم لا. من ناحية ثانية، إذا كان المتهم مذنبًا، يأخذ الحكم فى اعتباره الظروف المهيئة فى تحديد الجريمة وعقابها. فعلى سبيل المثال، تشمل الاختلافات بين القتل من الدرجة الأولى والدرجة الثانية والقتل غير المتعمد ما إذا كان هناك سبق إصرار أم لا وهل كانت هناك نية للقتل أم لا. هذه مسائل بعدية، بما أنها تعرف مدى شدة الجريمة. وهناك أمثلة أخرى على العناصر البعدية وهى هل وجدت العناصر السابقة المخففة التى تحدّ المسؤولية (نشأة عانى فيها الشخص من الاستغلال

الجسدى أو المعنوى على سبيل المثال) وهل كان المتهم يتمتع بقدرة معرفية محدودة، لذلك لم يستطع تكييف سلوكه كاملا مع القانون. فى قانون الجنح، يتناسب النص مع فداحة الجريمة وهل هى جريمة مكررة أو انتهاكات فريدة معياريا.

يشمل السبب *البرنامجى* الذى يعمل فى السياق القانونى الظروف البيئية أو المجتمعية المخففة وإسناد مسؤولية النتيجة المعاكسة إلى مجموعات أو تجمعات من الأفراد أو إلى كيانات معروفة قانونيا مثل الشركات بدلا عن الأفراد. وتتعلق العلة *الغائية* بنيّة مرتكب الفعل (على سبيل المثال يسمى الموت غير المتعمد، إماتة دون سابق إصرار؛ أما الموت المتعمد فيسمى " قتل")، وهذا يمكن أن يؤثر مباشرة على قرار المسؤولية (لو أن الشخص متهم بالقتل، وقرر المحلفون أن الموت غير متعمد، يمكن أن تجد الشخص " غير مذنب" حتى لو انتهى إلى أن الفرد تسبب فى الموت).

إن المنطق *القولى* متطلب فى كل قضية تستلزم تعييناً قانونيًا نهائيًا بما أن اتخاذ قرار بالسبب أو عدمه هو نتيجة ضرورية، حتى مع وجود الظروف المخففة. وتشمل القرارات المقولية مذنب/ غير مذنب، مسؤول/ غير مسؤول، مؤهل/ غير مؤهل. وجدير بالذكر أن القانون يقوم على مقدمة منطقية بأن هناك عللاً وأنه يمكن تعريف الأفراد والمنظمات بأنهم عوامل عليّة. وكما ذكر فى الفصل الأول، فهو افتراض ضرورى فى فحص مفهوم العلية. ويقدم القانون مثالاً على النظام الكلى القائم على هذا الافتراض، وهناك أمثلة عديدة عن كيفية تطبيق المنطق العلى فى مواقف متعددة. إن المنطق *البعدى واللاخطى* يطبقان فى عديد من الظروف كذلك. وهذا يتراوح من مسألة شدة الفعل (قتل من الدرجة الأولى أو الثانية، قتل دون عمد طواعية، أو كراهية) إلى تعيين الظروف المخففة التى تخفف العقوبة ولكن لا تلغيها، إلى درجة الثقة التى تتطلبها البينة لدعم القرار ("لالبس فيه أو لاشك فيه" هو المستوى الأعلى، أما المستوى المتوسط، فهو درجة معقولة من اليقين، إلى" رجحان البينة" الذى يمثل

المستوى الأدنى). يشمل الوجه *اللاخطى* أن بينة ما قد تدعم دورًا عليًا لكن إذا لم يصل إلى الحد الأدنى المطلوب، فالنتيجة المناسبة لذلك هو الحكم بعدم الذنب. ومن المثير للاهتمام أن ليبنتز، أحد مطورى علم الحساب، استشهد بالقانون مصدرًا رئيسيًا لأفكاره حول الاحتمالية والرجحان.

إن البينة *إمبريقية* نموذجيًا، أى من النمط والنوعية التى سوف يتوصل أى محلف أو قاضٍ من خلالها إلى النتيجة نفسها. من ناحية ثانية، إن الروابط بين أجزاء البينة واشتمالها مفاهيم مثل: الدافع *تقمصى*، كما هو الحال تمامًا فى العلوم والحقول السردية. فى الولايات المتحدة، يجب ألا يدخل الاستدلال الإكلينيكى المداولة. إن مسألة نوعية البينة سوف تشكل تحديا دائما. أحد الأسباب لهذا هو ثنائية هيوم التى تشدد على استحالة تحقيق اليقين المطلق. علاوة على ذلك، فإن البشر غير معصومين من ذلك، وتعتمد البينة على خصائص لا يمكن ضمانها مثل الصدق والانفتاح على تفسيرات بديلة ونقص الوعى أو الانحيازات اللاواعية.

هناك حدثان وقعا فى السنوات الحديثة يوضحان التحديات التى تواجه صحة البينة الإمبريقية. الأول، هناك مئات الأحكام التى انعكست منذ توفر " بصمة" الحمض النووى، وهو الآلية التى يمكن تحديد بثقة هل كان الحمض النووى على دليل ما يخص المشتبه به أم شخصًا آخر. الثانى، ظهر أن استخدام الصور لتعريف الجناة المدعى عليهم غير صحيح غالبا. إن قابلية الخطأ المحتملة للبينة تمارس ضغطا على النظام لكى يصقل ويفحص كفاية البينة الإمبريقية التى تربط المشتبه فيه بالجريمة. إن التدابير الوقائية المدمجة مثل الاستشهاد بخطوط متعددة من البينة، والاقتراب الذى اقترحه برادفورد هيل، سوف يكونان ضروريين دائمًا للنظام لكى يلبى هدفه المنصوص عليه فى التوصل إلى نتائج دقيقة.

هل يمكن القول بأن الوراثة علة؟ هذا سؤال كبير، فى مقام " لماذا بنى الكون على هذا النحو؟" إن علم الجينات، دراسة الوراثة، تمتد جذوره العلمية فى عمل الراهب البافارى جورج مندل، فى ستينيات القرن التاسع عشر، على الرغم من أن البشر عدلوا الخصائص الجينية للمحاصيل الزراعية والحيونات خلال ألف سنة، بتهجين المواشى والنباتات بخصائص مستحبة وإنتاج ذرية تتسم على الأرجح بتلك الخصائص. برهنت تجارب مندل على حقيقتين: الأولى، الوراثة هى انتقال وحدات من المعلومات الجينية (سميت جينات فيما بعد) من جيل إلى آخر؛ والثانية، يساهم كل والد بنسخة واحدة من كل جين لنسله وهذا هو زوج الجين الذى يعين التكوين الوراثى. برهنت تجارب مندل على البازلاء أن وحدات الوراثة تعمل بنمط من نمطين. فى النمط السائد، يحدد جين واحد من أى من الوالدين خصائص أو طبائع النسل بغض النظر عن الجين الموروث من الوالد الآخر. فى النمط المتنحى، من الضرورى توافر زوج متطابق من الجين لكى تظهر السمة. لم تفهم قوة هذا الاكتشاف حتى بداية القرن العشرين، وقد قاد هذا النموذج المندلى للوراثة خلال القرن بأكمله تقريبا حقل علم الجينات.

من ناحية ثانية، مع تسعينيات القرن الماضى اتضح أن كثيرًا من الأمراض والخصائص للكائنات الحية لا تتبع نموذج مندل فى الوراثة. ففى بعض المواقف تتفاعل عدة جينات لتسبب تكون سمة ما أو تطور مرض ما، لكن فى ظروف أخرى، تكون الآلية التى تؤثر بها الجينات على الوراثة إما أكثر تعقيدًا بكثير أو غير مفهومة بعد. فعلى سبيل المثال، هناك عديد من الأمراض الشائعة- السكرى وضغط الدم المرتفع والاكتئاب من بين أمراض أخرى- معروف أنها تتأثر بعدة جينات، لا تساهم أى من هذه الجينات فى العلية إلا بنسبة صغيرة جدًا من الحالات. وعلى

الأرجح، سوف يتضح أن مثل تلك الاضطرابات التى كانت تعتبر فى الماضى اعتلالات فريدة أنها مجموعات من الاضطرابات ذات علل جينية مختلفة عديدة.

وبينما تراكمت المعرفة حول علم الجينات خلال القرن العشرين، إذ طور الباحثون أدوات البيولوجى الجزيئى، تسارع المعدل تسارعًا هائلاً فى النصف الأخير من القرن. إن تاريخ هذا الإنجاز رائع، ويمكن أن نستخلص منه عدة دروس قابلة للتطبيق على البحث عن العلية.

ظهر اقتراح فى أواخر القرن العشرين بأن الكروموسومات هى مصدر الوراثة. واكتشف جوان ميشر Johann Miescher فى عام ١٨٧٤ بروتين الحمض النووى الحمض النووى الريبى منزوع الأكسجين دى إن أيه DNA، وبعد سبعين عامًا على اكتشافه، أى فى عام ١٩٤٤، قام جيمس واتسون وفرانسيس كريك James Watson Francis Crick ، بتعريف الحمض النووى دى إن أيه بأنه يتكون من شريحتين تتضافران حول أحدها الآخر فى شكل يسمى " حلزونى مزدوج double helix" وأن كل شريحة تتكون من تسلسلات مكررة من أربعة عناصر كيميائية فقط تسمى نيكليوتيدات(1): سيتوزاين وجوانساين وأدينوساين والثايمين. تصطف الشريحتان بحيث يقابل الأدينوساين والثايمين أحدهما الآخر أو يتزاوجان، كما هى الحال مع الجواناين والسيتوزاين. أظهرت الأبحاث خلال عقد أن التسلسل الفريد لثلاثة من النيكليوتايد مرشد لتكون كل من الأحماض الأمينية العشرين فى الكائنات الحية. ترتبط تلك الأحماض الأمينية معًا لبناء البروتينات التى تعد أساس كل الحياة. على سبيل المثال، تعطى سلسلة السيتوزاين والأدينوساين والجواناين الآلية الخلية التعليمات اللازمة لصنع جلوتامات الحامض الأمينى.

---

(1) cytosine, guanine, adenosine,thymine.

يشرح نموذج كريك وواتسون آليات عديد من أوجه الوراثة التى استخلصت سابقًا من التجربة والملاحظة. فعلى سبيل المثال، تطلب نموذج مندل أن يساهم كل والد بواحد من وحداته الوراثية الزوجية (جينات) لنسله. اقترح نموذج واتسون- كريك أن هذا يحدث حين تنفك تضفيرة الشريحتين المتزاوجتين من الحلزونى المزدوج خلال عملية تسمى الانقسام الاختزالى بحيث يصبح واحد فقط من الجينات المزدوجة داخل بويضة واحدة أو حيوان منوى واحد. إن إعادة توحدهما فى وقت الإخصاب هو ما يؤدى إلى تزاوج الجينات.

وبعد خمسين عامًا تقريبا من نشر الورقة البحثية لواتسون وكريك، أعلنت مجموعتان من العلماء أنهما استطاعتا وضع الثلاثة مليارات نيكليوتايد للكروموسومات البشرية الثلاثة والعشرين فى ترتيب تسلسلى صحيح، والمعروفة كلها باسم الجينوم البشرى. رُحّب بهذا التسلسل واحدًا من إنجازات العلم العظيمة إذ تطلب وضع عدة ملايين من القطع الصغيرة من الكروموسومات الثلاثة والعشرين التى أنتجها الباحثون معًا فى ترتيب دقيق وصحيح. كانت تلك القطع الصغيرة ضرورية لكى تكتسب حجمًا طيّعا يمكن أن تقوم آليات مختلفة ومجموعات من الأفراد تعمل فى وقت متزامن بترتيبه تسلسليًا. كان فخر وإثارة العلماء والمجتمع العلمى والعادى حين أعلن عن المسودة الأولية للتسلسل النهائى فى عام ٢٠٠١ واضحًا، لكن سريعًا ما ظهرت عدة أسئلة مباغتة. الأول، أصبح التعريف نفسه للجين محل سؤال، لأنه اتضح أن أوتار النيكليوتايد التى ظهر أنها تعمل على أنها جينات فردية وتصنع البروتينات الفريدة تقوم بأكثر من هذا فى بعض الأحيان. فعلى سبيل المثال، توجه بعض أوتار النيكليوتايد إنتاج بروتينات مختلفة عدة، كل منها يتسم بطول مختلف، لكنها تشترك فى أجزاء من تسلسل الحمض الأمينى المتطابق. وعلى الرغم من أن هذا كان معروفًا قبل أن يكتمل التسلسل، قوض تردد وتعقيد العملية

الفكرة البسيطة عن الجين بأنه الوحدة الأساسية التى تنتقل عبره المعلومات إلى الجيل التالى. وحاليا، ظهرت عدة تعريفات متعددة للجين، كل منها يشدد على وجه مختلف من العملية الجينية: (١) الوحدة التى توجه إنتاج البروتين الفريد؛ (٢) الوحدة التى ينتج عنها إنتاج الخاصية المميزة (النمط الظاهرى/ المظهر الموروث) للكائن الحى؛ (٣) الوحدة التى توجه إنتاج بروتين الحمض النووى الريبى أر إن أيه الذى يشكل الصيغة التى ينتج منها بروتين محدد.

يبرهن التحول المفاجئ للأحداث أن التراكم المتواصل للمعرفة يقلب أو يتطلب تعديلاً لما تم قبوله عالميًا على أنه "الحقيقة" الطبيعية. إن مفهوم الجين بسيط وأنيق على السواء، ودعمه مئة عام من البحث فى النباتات والحيوانات. وعرفت جينات معينة بأنها سبب لون العين فى ذبابة الفاكهة والمحدد لعدد السيقان فى الحشرة. من ناحية ثانية، تظهر الآن عدة خصائص أخرى لا تتبع النموذج البسيط يكمن وراءها تفسيرات أخرى أو على الأقل تتمتع بتكوين أكثر تعقيدًا. إن اكتشاف الآليات التى تعمل من خلالها الطبيعة يبسط فى بعض الأحيان، وليس دائمًا، فهمنا للعلية.

خلال العقد الماضى، تحدت تلك الاكتشافات وغيرها فكرة أن جزء الجينوم الذى يحمل الشفرات المسؤولة عن إنتاج البروتينات هو المحدد الوحيد للوراثة. وتحتوى أجزاء من تسلسل النيكليوتايد تعليمات للبدء أو التوقف عن صنع البروتينات، وتخضع تلك للتنوع والسيطرة. تتسم أجزاء أخرى من الجينوم بتسلسلات تبدو أن لا وظيفة لها. كان يشار إليها فى السابق بـ "الحمض النووى النفاية"، لكن معروف الآن أن تلك "المناطق غير المشفرة" تنظم كمية المنتج الجينى الذى ينتج، من بين أفعال أخرى. ولعل ما يثير الدهشة أكثر، أنه من الواضح الآن أن الجينات يمكن تعديلها بعد فترة طويلة من اكتمال الإنتاج، حتى فى مرحلة البلوغ. وتتأثر آليات التخلق المتوالى بالأحداث البيئية وبتوافر عناصر كيميائية معينة فى أوقات

معينة فى حياة الكائن الحى. إن هذا اكتشاف ثورى يتناقض مع القول القديم بأن الأحداث البيئية لا تحدث تغيرات فى الجينوم التى يمكن أن تنتقل إلى النسل. استسخف الباحثون ادعاء أن البيئة يمكن أن تغير الجينات خلال النصف الأخير من القرن العشرين على أنه ادعاء سياسى (الليسينكووية Lysenkoism على اسم العالم الشيوعى الروسى الذى اقترحه) أكثر من علمى، لكنه مقبول الآن لأن التجربة أظهرت الدليل على حدوثه.

هناك تحد آخر أمام مذهب لاقى قبولاً لفترة طويلة وهو اكتشاف (حدث فى القرن الماضى) أن جزئيات الحمض النووى الريبى الصغيرة تلعب دورًا فى توجيه وظيفة الجين. هكذا، فإن الحمض النووى دى إن أيه ليس هو الممون الوحيد للوراثة، وهو تعديل فى نموذجى إفرى- ماكلود وواستون- كريك.

هناك وجه آخر من تسلسل النيكليوتايد يستحق الذكر: الترتيب الخطى للأزواج الأساسية توجه، عبر الحمض النووى الريبى الرسول، ليس فقط تسلسل الحمض الأمينى للبروتينات بل المعلومات عن كيف سوف ينطوى Folding Protein البروتين. هذا الطى حاسم بالنسبة لوظيفة البروتين ويعكس حقيقة أن البروتينات ذات بنية ثلاثية الأبعاد. إن المستوى " الأعلى" من المعلومات يؤثر ليس فقط على ما إذا كان البروتين يؤدى وظيفته أم لا بل على درجة أو كمية وظيفته كذلك. وهكذا، يحتوى الجينوم على معلومات مقولية وبعدية على السواء.

ركز النقاش السابق على الأساس الجزيئى للوراثة. يمكن أن أروى قصة فاتنة بالمثل عن اكتشاف المعرفة على المستويات الميكروسكوبية للشعوب والزمن. بدأ داروين ووالاس الثورة الحديثة فى الوراثة بادعاء أن دراساتهما للتنوع بين الكائنات الحية الفردية تؤدى حتمًا إلى الاستنتاج بأن أشكال الحياة المعاصرة تطورت أو ارتقت عبر ملايين السنين. اعترف داروين أن المزارعين ومربى الماشية والدواجن وغيرهم

برهنوا عبر قرون عديدية أن التربية الانتقائية يمكن أن تنتج تعديلا فى طبائع أنواع موجودة، أو، كما هو مع تربية الكلاب، نسلا متنوعا تنوعا كبيرا. إن ما كان جذريا، هو اقتراح داروين ووالاس بأن التنوع الواسع لأشكال الحياة المعاصرة قد ظهر تدريجيا عبر ملايين السنوات من أشكال حياة بسيطة جدا وأن هناك مبدأ مرشدًا للانتقاء الطبيعى أو " البقاء للأصلح " كما يسميه هربرت سبنسر Herbert Spencer أحد معاصرى داروين، يقود هذه العملية. لم يقترح داروين ولا والاس الآلية التى يحدث بها هذا مع ذلك.

فى خمسينيات القرن الماضى، اقترح إرنست ماير Ernest Mayer، بناء على عمله وعمل آخرين، " التكوين العظيم grand synthesis" للجينات المندلية والداروينية. اقترح أن هناك ثلاثة عناصر ضرورية للتطور: العشوائية (الصدفة التى ينتج عنها تغير عند المستوى الجزيئى والكروموسومى، على سبيل المثال عن طريق الطفرة)؛ والتنوع (ينتج عن تلك التغيرات تعبير بيولوجى أو نمط ظاهرى/ متشابهات ظاهريا)؛ والانتقاء (رجحان أعظم للبقاء على قيد الحياة فى بيئات معينة). إن المتأصل أو الفطرى فى هذا النموذج هو طرح ماير بأنه يعمل عند مستوى الكائن الحى، وليس عند المستوى الجزيئى فقط. واليوم هناك قبول واسع وإن لم يكن كليًا للتطور على أنه واحد من الاختراقات العلمية العظيمة عبر التاريخ.

كيف يمكن أن تحدث هذه الآلية؟ وكيف يمكن التدليل على أن التطور، أى تطور أو ظهور أنواع جديدة من أنواع موجودة، حدث فعليا عبر مئات الملايين من السنين؟ إنها أسئلة علية عظيمة تحتاج إجاباتها إلى أن يعالجها مخطط يناضل من أجل أن يضع إطارا حول العلية.

هناك بعض الحقائق المحسومة. إن عمر الأرض عدة مليارات من السنين، ومرت بتغير جيولوجى منذ نشأتها. وتحتوى أحجار العصور المختلفة حفريات مختلفة

يمكن تقدير عمرها. هذا يبرهن على أن أشكال الحياة اختلفت اختلافًا هائلاً عبر الزمن؛ وأن معظم أشكال الحياة التى وجدت خلال تاريخ الأرض انقرضت. ويبرهن كذلك سجل الحفريات أن أقدم أشكال الحياة أقل تعقيدًا من الأشكال التالية عليها، وأن تلك التماثلات يمكن العثور عليها فى بنية حفريات أنواع مختلفة جدًا. ويبرهن كذلك سجل الحفريات أن الحفريات المعروف بأنها تماثل الإنسان العاقل Homosapines كانت موجودة لعدة ملايين من السنوات على أكثر تقدير وأقل من مائة ألف عام لو التزم الشخص التزامًا صارمًا بالهيكل العظمى للجنس البشرى المعاصر. وكما هو واضح، تغيرت أشكال الحياة عبر الزمن. لكن ما الذى قاد هذا التغير أو كان علته، وكيف يمكن التدليل عليه؟

على المستوى الجزيئى، قدم نموذج واتسون وكريك آلية يمكن أن يحدث من خلالها التنوع، بما أن تغيرا ما فى زوج أساسى واحد قد يؤدى إلى إنتاج حمض أمينى مختلف، من ثم بروتين مختلف. أظهر البحث التالى على هذا، خصوصًا تسلسل جينوم عديدًا من الكائنات الحية، أنه قد يكون هناك آليات محتملة أخرى قد حدث من خلالها التنوع فى الجينوم. تشمل أنواعًا معينة من الجينوم التى تضاعفت أو تكررت إلى ثلاث نسخ أو تعددت مرات أكثر. تتكون أجزاء أخرى من الجينوم من تسلسلات تمردت على التوجيه، وهناك أخرى تحركت *كتلة* من جزء من الجينوم إلى آخر. يمكن أن يحدث التغير العشوائى نتيجة الصدفة، على سبيل المثال، إشعاع كونى يضرب جزىء الحمض النووى، لكن الآليات التى تشجع الطفرة السريعة جزء متأصل فى الآلية الجينية لبعض الكائنات الحية، كما يوضح مثال نزعة فيروس الإنفلونزا لإنتاج تنوع جينى.

أظهر العنصر الثالث للتكوين العظيم، الضغط الانتخابى، أنه ينجم عن تغيرات فى البيئة. لا تنجو ولا تستطيع عديد من المتغيرات، لكن ما أن يرسخ النوع

فقد يظل أى تغير عشوائى نادرًا ما لم يرفع التغير نسبة رجحان البقاء على قيد الحياة إلى عمر التناسل والتوالد. ويمكن أن يمهد التغير البيئى كذلك الظروف التى سوف تقلل من رجحان البقاء على قيد الحياة إلى عمر التوالد، مما يقلل من رجحان النجاة أو صلاحية الكائن الحى للبقاء. على سبيل المثال، لاتزال الطفرات سببًا رئيسيًا لموت الجنين فى الرحم عند الجنس البشرى، والرجحان المتزايد لانتشار الفيروس بإنتاج أكثر فاعلية وميز وباءات الإنفلونزا الرئيسية خلال القرن الماضى. هناك مثال لطيف عن تغير الخصائص ضمن النوع عبر حياة جيل أو جيلين هو عمل بيتر ومارى جرانت Peter , Mary Grant فى جزر الجالاباجوس Galapagos Island. لقد وجدا أن التغيرات فى حجم وبنية طيور البرقش الداروينى (عصافير داروين أو عصافير جالاباجوس) تتوازى مع تغيرات الطقس التى أثرت بدورها على توافر الأنواع المختلفة والأحجام المختلفة من البذور، وهو المؤونة الغذائية الأساسية لتلك الطيور.

هناك أمثلة أخرى على التغير فى الأنواع عبر الزمن ذكرت فى فصول سابقة. وعلاوة على القدرة الهائلة لفيروس الإنفلونزا على التغير إلى أشكال أكثر فتكا، فإن الأمثلة عن القدرة الكلية تقريبًا للبكتيريا على تطوير مقاومة لعلاجات المضادات الحيوية، وقدرة بعض السرطانات على تطوير مقاومة للعلاجات المضادة للسرطان وذلك عن طريق تطوير آليات لتجاوز الأدوية- هذه الأمثلة توضح أن الانتخاب الطبيعى يحدث تحت ضغط التغير البيئى، وهو فى هذه الحالة التمهيد الذى يقوم به الإنسان عن طريق العلاج.

من ناحية ثانية، فإن السؤال العظيم الذى لم يحل هو كيف تطورت الأنواع الجديدة؛ إذ تطورت نظريتان متنافستان، إحداهما افترضت تغيرًا تراكميًا تدرجيًا والأخرى التى تسمى التوازن المتقطع، تقدم الحجة على التغير الجذرى المفاجئ نسبيًا الذى يحدث بعد مرور عدة ألفيات من الاستقرار. يستطيع الشخص العثور على بينة

حفرية لكل من النظريتين، لكن لاتزال البينة ضعيفة جدا. فمن ناحية، لا يظهر السجل الحفرى حتى الآن التغيرات التدرجية عبر الزمن التى تتطلبها نظرية التراكم التدرجى. من ناحية ثانية، ربما يعكس نقص التغير التدرجى الذى قدم بوصفه بينة على نظرية التوازن المتقطع العجز عن الكشف عن التغير التدرجى بسبب ضعف السجل الحفرى. استخدم بعض المشككين ضآلة الأشكال الوسيطة دليلاً على أن الانتخاب لم يحدث. وخلال الخمسة وعشرين عامًا الماضية تم اكتشاف أشكال حياتية حفرية يمكن اعتبارها أشكالاً وسيطة. فعلى سبيل المثال، استند اقتراح أن الطيور تطورت من الديناصورات إلى تماثلات بينهما فى البنية العظمية. إن اكتشاف البينة الواضحة الفاصلة من أنواع متعددة من الديناصورات ذات ريش قدم بينة إثبات. ومع ذلك، يرد المتشككون بأنه يجب أن يرى الشخص المزيد من الأشكال المتوسطة العديدة لو أن الطيور تطورت من الديناصورات فعليًا. لم يظهر بعد البرهان المقنع النهائى فى رأيى، لكن يطرح الاكتشاف المستمر لتكوينات طير- ديناصور متوسطة أننا *ربما* نقترب من اكتشاف سجل ملىء من التغير التدريجى. ويظل من الممكن جدًا أن تكون كل من النظريتين، التدرجية والتوازن المتقطع، صحيحتين وأن أحداثًا بيئية هائلة معينة تقود تطورًا ما، وأن التراكم التدرجى للتغير يفسر التغير فى أنواع أخرى.

هكذا يقدم علم الجينات والوراثة توضيحًا مفيدًا لعديد من التحديات فى اقتراب العلية التى ذكرت فى هذا الكتاب. أولا، إن الحلول التى تبدو الأبسط، فى هذه الحالة بناء مفهوم الجينات على أنها عربات نقل تصطف فى القطار الكروموسومى فى نمط محدد، ليست صحيحة بالضرورة. إن التسلسل المحدد لزوج أساسى يمكن أن يكون شفرة بروتين وحيد فى نسيج واحد أو عند وقت معين فى التسلسل التطورى، لكنه فى أوقات أخرى هو جزء من التعليمات لإنتاج بروتين مختلف. وبالمثل، الأسئلة التى بدت ذات مرة بسيطة، على سبيل المثال، هل السكرى سببه البيئة أم آليات جينية

متأصلة، اتضح أن إجاباتها معقدة. إن عديدًا من الاعتلالات التى اعتبرت كيانات وحيدة معروف الآن أنها تتأثر بعدة جينات. فبالنسبة للسكرى، والاكتئاب والتوحد وألزهايمر، وباركنسون، تم تعريف أكثر من عشرة جينات متمايزة تساهم فى تطورها. أما كيف تؤثر تلك على تطور كل اعتلال فمازال قيد البحث، لكن من الواضح أن البيئة تلعب دورا كبيرا فى كل منها كذلك. ولعل أكثر النقاط المثيرة للاهتمام فى السكرى هى أن التفاعل الجينى البيئى لا يحتاج إلى أن يكون دائما.

هكذا، إن بعض الأشخاص الذين لديهم جين مهيئ للإصابة بالسكرى وزاد وزنهم وطوروا مرض السكرى يمكن أن يتخلصوا منه ويعود سكر الدم إلى مستواه الطبيعى لو فقدوا الوزن الإضافى. فهل لايزالون " مرضى" حين تختفى أعراضه؟.

هكذا، تحتاج الفكرة لبساطة، مما يجعلها صحيحة على الأرجح إلى التخفيف. فكما يبرهن تسلسل الجينوم والثورة التى لا تزال كامنة فى فهم الآليات الجينية، لا تتبع عديدًا من أوجه الوراثة (الطبيعة) الفكرة الاختزالية عن عناصر الوراثة الوحيدة. إن توكيد ماير على فكرة أن التطور يعمل عند مستوى الكائنات الحية وليس عند مستوى الجزئيات فقط، يطرح أننا نحتاج إلى توظيف مفاهيم العلية المهيئة والمعجلة والبرنامجية لكى يزيد فهمنا للتطور. تبرهن البيانات الإمبريقية أحيانًا أن الإجابات البسيطة صحيحة، ولكنها تكشف فى أحيان أخرى العكس. إن قانون أوكام غالبا صحيح لكنه غالبًا خطأ كذلك.

أخيرا، يوضح علم الجينات إلى جانب أى موضوع ناقشه هذا الكتاب كيف يمكن أن تتغير الإجابات عن الأسئلة التى تطرح عن آليات العلية مع اكتساب معرفة جديدة. إن طرح الأسئلة القابلة للإجابة بتطبيق مناهج المعاصرة هى إستراتيجية منتجة، لكن هناك دائما إمكانية أن تظهر معلومات أكثر فى المستقبل تبدل ذلك التفسير. تنطبق استبصارات هيوم وهايزنبرج وجودل على البيولوجى لأن فهم أن

المستقبل المكتسب فى المعرفة سوف يشرح على الأرجح الظاهرة عند مستوى أساسى أكثر أو من وجهة نظر مختلفة – هذا الفهم يجب أن يخفف من اليقين المطلق.

وعند مستوى أشمل، يطرح التطور التاريخى للأفكار والنظريات فى الجينات والوراثة أن من الخطأ وضع تمايزات مطلقة بين الإمبريقى والتقمصى. جمع كتاب داروين فى أصل الأنواع كثيرًا من الملاحظات التى جعلت أفكاره مقبولة ونظريته متناسقة وشاملة، لكنه لم يقدم إلا وصفة؛ لم يستطع أن يطرح آليات بيولوجية مقبولة يمكن أن يعمل من خلالها الانتخاب الطبيعى، ولا كان يمكن أن يطرح اختبارات علمية لدعم أفكاره أو دحضها. وفى حين أن بيانات علم الحفريات التى تراكمت تدعم فكرة أن التغيرات التى تحدث عبر الزمن زودت الانتخاب بالطاقة، لم يؤد بعد اكتشاف آليات عديدة يمكن أن يحدث التغير من خلالها إلى برهان شامل على ظهور أنواع جديدة. إن ظهور كائنات حية جديدة فى حياتنا مثل فيروس نقص المناعة البشرى يدعم أكثر نظرية التطور، لكن إن نسج خيوط متعددة مختلفة معًا من الدليل فى سردية متناسقة هو ما يضيف الدعم الأعظم للداروينية.

النموذج الثلاثى الأوجه التطبيقى

يمكن أن تكون الجينات والوراثة *مهيئة*، كما فى مثال السكرى أو *معجلة* كما فى تلك الأمراض الموروثة فى النمط السائد من نموذج مندل. تنفذ عديد من الوظائف العادية فى الكائنات الحية عن طريق شبكات جينية متصلة تسلسليا بإنتاج بروتين واحد ثم التسبب فى حصول حدث فى جين آخر لزيادة النشاطية أو إنقاصها. تلك النظم *البرنامجية* تبطن على الأرجح كثيرًا من البيولوجى العادى، و إذا اضطربت المرض. تطرح عبارة " الانتخاب الطبيعى" غاية للجينات:-آلية تزيد رجحان بقاء ذرية الكائن الحى على قيد الحياة، مما يؤدى إلى زيادة تكرارية جيناته. هذا يعكس علة *غائية*،

بل يشجع مدافعين عن الداروينية مثل ريتشارد داوكنـزو الـذين يبـدو أنهـم يعـانون صعوبة فى تجاهلها. وسواء رفض الشخص أو قبل فى النهاية العلـل الغائيـة بوصـفها تحليلات دالة وعميقة لهذه المسألة قدمها كُتّاب مثل مايكـل روس Michael Ruse فى كتابه *داروين والتصميم* Darwin and Design وجا. فـودور J. Fodor وإم بيتـالي- بالماريني M, Piattelli-Palmarini فى *ما الذى أخطأ فيـه داروين* ***What Darwin Got Wrong***، فإنها تساعد على تعريف أين الثغرات المعرفية المتبقيـة التـى تحتـاج إلى معالجتها بالبيانات الإمبريقية.

لايزال نموذج مندل مفيدًا ومثالاً على المنطق *المقـولى*. وفى وقـت سـابق، سـاد اعتقاد بأن كثيرًا من الأمراض تتطور نتيجة تغيرات فى جين واحد وأنها تعمل فى نمط مقولى. من ناحية ثانية، يمكن أن تنتج كثيرًا من المنتجات الجينية فى كميات متدرجـة، وكثيرًا من الخصائص التى تتأثر بعديد من الجينات مثل الطول والجلد واللون والقدرة العقلية تتوزع بعديًا فى السكان كما ناقشها الفصل الرابع. وتعمل عديد من النظم التى تقع تحت السيطرة الجينية فى نمـط لاخطـى يتبـع الملخـص الخصائـصى الـذى ناقـشه الفصل الخامس. فعلى سبيل المثال، يبدو أن النظام اليومى الأربع وعشرين ساعة ينتج عن تراكم المنتجات الجينية وجزئيات صغيرة من الحمض النووى الريبـى التـى تـؤثر على تشغيل أو عدم تشغيل النظم اللاخطية التى تشمل إنتاج الكورتيزول والتنوعات اليومية فى حرارة الجسم ودورة النوم/ اليقظة.

قاد العلم الإمبريقى التراكم الهائل فى معرفة الآليات التى تمـارس الوراثـة مـن خلالها السيطرة والتأثير على كثير من الحياة. وأيا ما كانت الآليـات البيولوجيـة التـى تثار لكى تفسر أهمية العلاقات داخل العائلات من الأفراد المتـصلة ببعـضها (سـواء جينيًا أو بالتبنى)، فإننى أطرح للنقاش بأن قـوة الـروابط العائليـة والقبليـة والعرقيـة تكمن فى معنى تلك العلاقات بقدر مـا فى أى أسـاس بيولـوجى يمكـن افتراضـه أو

استنباطه من تجارب على الحيوانات غير البشرية. إن إغفال القوة التقمصية لتلك العلاقات سوف يكون خطأ جسيما لأى شخص يرغب فى إدارة أو توجيه مجموعات من الناس (سواء أصدقاء أو عمالاً أو أقرباء) أو يرغب فى تعلم دروس التاريخ.

مرض ألزهايمر

فى عام ١٩٠١، قام زوج بإحضار زوجته التى تبلغ من العمر واحدًا وخمسين عامًا إلى مستشفى طب النفسى العام فى فرانكفورت، ألمانيا، حيث أبلغ عن عدّة مشكلات تعانى منها. فلعدة شهور، كانت تتهم زوجها بأنه يقيم علاقة غرامية، وهو ما أنكره بإصرار. وبدت الزوجة ذاهلة وكانت تجد صعوبة فى التعرف على الأماكن المألوفه لديها. ودخلت المستشفى وشخصت على أنها تعانى من العته dementia وهو متلازمة تتصف بتدهور فى أوجه متعددة من الإدراك. ظلت فى المستشفى حتى ماتت بعد خمس سنوات عن عمر السادسة والخمسين. عانت خلال إقامتها فى المستشفى من اضطراب فى النوم، واتسمت بالعدائية الجسدية، وعجز فى قدرتها على رعاية نفسها. خضعت لعملية تشريح، وفحص ألواس ألزهايمر Alois Alzheimer، وهو عالم رائد من علماء علم الأعصاب (المصطلح الذى صك بعد خمسة وسبعين عامًا) النسيج المخى لها تحت الميكروسكوب. عرّف تكوينين ميكروسكوبين شاذين متمايزين، يطلق عليهما اليوم لويحات من الالتهاب العصبى وحبائك عصبية ليفية، تتناثر عبر مخها. لقد وصفهما بـ " مرض خاص بالقشرة الدماغية" وهو يعرض نتائجه فى مؤتمر علمى نهاية عام ١٩٠٦ وانتهى بأنه على الأرجح " كهولة" نادرة، بسبب صغر سنها، جراء العته.

فى عام ١٩٦٧، أوضح الطبيب النفسى البريطانى مارتن روث Martin Roth وزملاؤه أن اللويحات والحبائك شذوذ سائد فى أمخاخ كبار السن من الأفراد الذين يموتون جراء العته الشيخوخى النموذجى، وأن كبار السن من الأفراد الذين يتمتعون

بإدراك عادى لا يوجد فى أمخاخهم لويحات أو شبائك عند موتهم. يعتبر اليوم مرض ألزهايمر من أكثر الأسباب الشائعة للإصابة بالعته فى أواخر الحياة وهو مشكلة صحية عامة كبرى.

هكذا حتى اليوم، لم يتم تعريف علة وحيدة لمرض ألزهايمر. وهناك عديد من الحقائق المعروفة، وقد عزت عدة آليات علية مفترضة تتمتع بمناصرين على نطاق واسع. يعزو نحو ٢٪ (البعض يقدر أكثر) من حالات ألزهايمر إلى شذوذ جينى متوارث فى نمط سائد صبغى ويوجد فى الكرموسومات ١، ١٤، ٢١. هذه جينات علية *مهيئة*، لأن كل شخص يحمل الجين سوف يطور المرض إذا ما عاش فترة طويلة بما يكفى. كل من تلك الجينات معروف أنها مشتركة فى إنتاج أو تكسير بروتين أملويد السلائف بيتا Beta Amyloid precursor protein الذى يوجد فى غشاء كل خلية عصبية، وهى خلايا المخ التى تنتج المعلومات وتنقلها.

تم تعريف عدد من عوامل خطر الإصابة بالمرض *المهيئة*. أكثر تلك العوامل قوة وفعالية هو التقدم فى العمر. ففعليًا مع بلوغ التسعين، يبلغ خطر الإصابة بمرض ألزهايمر من ٣٠ إلى ٥٠ بالمائة. يزداد هذا المعدل بحيث مع بلوغ الخامسة والتسعين، وهو أقصى عمر تتوفر عنده المعلومات الموثوقة يبلغ خطر الإصابة بالمرض من ١٥ إلى ٢٧ بالمائة كل عام! تشمل عوامل خطر الإصابة الأخرى تاريخًا عائليًا من الإصابة بالعته؛ وجرح فى الرأس مع فقد الوعى عند أى مرحلة من العمر؛ وتعليم أقل؛ والإصابة بارتفاع ضغط الدم فى منتصف العمر؛ وتاريخ من الاكتئاب؛ والإناث أكثر من الذكور. إن أكثر العوامل الجينية قوة وأفضلها دراسة من عوامل خطر الإصابة بالمرض هو الجين العادى الذى يوجد فى كروموسوم ١٩ يسمى الذهنية أبوليوبروتين الذى يوجه إنتاج البروتين الذى يحمل الجزيئيات الذهنية فى مجرى الدم. وينتج هذا الجين فى ثلاثة أشكال، تسمى أى ٢ وأى ٣ وأي ٤. هذه أشكال جينية أو

صبغات وراثية (أليل)" عادية"، لكن وراثة نسخة واحدة من أي٤ يزيد من خطر تطوير مرض ألزهايمر ثلاثة أضعاف تقريبا. أما وراثة نسخة من أى ٢ فينقص الخطر. وبما أننا نرث نسخة من كل جين من كل والد، فهناك صبغتان وراثيتان من كل جين. بالنسبة للأفراد الذين يحملون أي٤/ أي٤، يتضاعف خطر تطور مرض ألزهايمر لديهم من اثنتى عشرة إلى خمسين مرة أكثر من الشخص الذى لا يحمل أى ٤. من ناحية ثانية، لا تبلغ نسبة الإصابة بالنسبة للأفراد الذين يحملون أى ٤/ أى ٤ ١٠٠٪، بما أن عدد الأفراد الذين يبلغون أكثر من مائة عام ويحملون أى ٤/ أى ٤ لا يصابون بمرض ألزهايمر.

هناك بينة جيدة على أن اللويحات والحبائك تتشكل فى المخ من عشر إلى خمس عشرة سنة قبل ظهور العرض الأول من الاعتلال، لكن بالنسبة لعديد من الأفراد يبدأ المرض فى فترة من ستة شهور إلى عام. هذا نمط على *برنامجى* لا خطى، يطرح أن عبور عتبة موت الخلية أو منظومة المخ يتطلب " إثارة" بدء الأعراض الإكلينيكية.

وجدت الدراسات *الإمبريقية* أن روابط اللويحات تتكون من كسرات من بروتين أملويد السلائف بيتا. يشار إلى هذه الكسرة بـ " أملويد بيتا". حاليًا، تفترض النظرية السائدة عن مسبب المرض أن هناك شكلاً معينًا من بروتين الأملويد بيتا يسمم خلايا المخ ويقتلها. وهناك افتراض أن هذا يتسبب فى " تعاقب" موت الخلية بما أن إطلاق الكسرة المسممة تقتل الخلية التى تطلق حينئذ مزيدًا من الكسرات التى تقتل مزيدًا من الخلايا وهكذا، حتى يموت عدد كبير من الخلايا. فى النهاية، يموت ما يكفى من الخلايا لإتلاف وظيفة المخ. يتكون رابط الحوائك من بروتين مختلف، وهو بروتين تو tau. وتفترض نظرية بدلية أن بروتين تو عامل على. من ناحية ثانية، تتمتع فرضية الأملويد بمناصرين أكبر لأن اللويحات تتكون أولاً فى عديد من الأفراد ولأن الأشكال الجينية السائدة الصبغية الثلاثة تؤثر على إنتاج وتكسير بروتين أملويد بيتا.

ومع ذلك يفترض آخرون أن هناك حدثًا عليًا مجهولاً مبكرًا يؤدى إلى تدمير الخلية مما يؤدى إلى إطلاق أملويد بيتا.

ومثل معظم الأمراض، هناك نمط نموذجى من تطور الأعراض فى مرض ألزهايمر، على الرغم من أن هناك عديدًا من الاستثناءات. إن الحالة المتوسطة للمرض التى تقدم إلى المركز الإكلينيكى تدوم عشر سنوات تقريبا، وتتفاقم الأعراض فى عديد من الأفراد خلال ثلاث مراحل، تدوم كل مرحلة ثلاث سنوات. خلال المرحلة الأولى، تكون أعراض الذاكرة هى المشكلة الأبرز. وخلال المرحلة الثانية، تتطور مشكلات مع اللغة والنشاطات اليومية مثل ارتداء الملابس ومشكلات فى إدراك العالم بدقة. وخلال المرحلة النهائية التى تدوم ثلاث سنوات، يصاب الشخص بتلف فيزيقى فى المشى والبلع والسيطرة على البول والغائط.

وليس مدهشًا أن يعكس موقع روابط اللويحات والحبائك داخل المخ مواقع الوظائف التى تبطن تلك الأعراض. أولى الخلايا التى تموت فى مرض ألزهايمر هى فى مراكز الشم والذاكرة، إذ تفسر لماذا يكون عرض فقد الذاكرة عرضًا سائدًا خلال السنوات الثلاث الأولى من الاعتلال؟ ينتشر المرض ببطء عبر الزمن، وفى المرحلة المتوسطة منه تصبح اللويحات والحبائك منتشرة فى مناطق المخ التى تتحكم فى الكلام وفى القيام بالنشاطات اليومية وفى الإدراك البصرى. هكذا، تساعد الدراسات الإمبريقية على تفسير نمط تطور الأعراض. إن خصوصية الأعراض الفردية، على سبيل المثال حقيقة أن ذاكرة المعلومات الجديدة يمكن أن تتلف تلفًا شديدًا لكن يمكن استدعاء بسهولة الذكريات القديمة من المراحل المبكرة من حياة الشخص- هذه الحقيقة توضح التنظيم *البرنامجى* للمخ: إن الذاكرة ليست وظيفة دماغية وحيدة لكن نتيجة تكوينات مخية متعددة ترتبط وتنتظم فى كلٍ وظيفى. ولاتزال الآلية مجهولة التى ينتشر بها المرض خلال الدماغ .

لا يدرك عديد من الأفراد الذين يعانون من مرض ألزهايمر مشكلاتهم، على الرغم من أن نقص الإدراك أقل شيوعًا فى الأمراض الأخرى التى تسبب العته. هذا يطرح أن هذا النقص فى الإدراك يتعلق بموت خلايا معينة فى مرض ألزهايمر، لكن هذا الادعاء الإمبريقى لا يمكن التدليل عليه؛ إذ يثير بعض الأفراد آلية *تقمصية* من " الإنكار" النفسى لتفسير هذا النقص الإدراكى، وهو الادعاء الذى لا يمكن دحضه. شخصيًا، أنا أستشهد بمعدل التردد المنخفض من عدم الإدراك فى أنواع العته الأخرى بينة فى مواجهة هذا الادعاء.

ترتكن حالة أقوى من الاستدلال العلى التقمصى إلى ملاحظة أن عديدًا من أعضاء العائلة ومن يقومون برعاية الناس المصابين بألزهايمر يعانون كربًا وإحباطًا وعزلة اجتماعية. هذا يمكن فهمه على المستوى التقمصى فى ضوء الوظائف المتدهورة والأعراض الأخرى التى تصيب الشخص المريض: التعب، التوتر المادى وصعوبة الحفاظ على العلاقات الاجتماعية التى ترتبط بمقدم الرعاية؛ والتدهور المتفاقم للشخص المريض. وعلى الرغم من أن هذا الكرب يمكن أن يدفع أعضاء العائلة ومقدم الرعاية لطرح أسئلة " لماذا" التى تنطوى على علة غائية، فإن عالمية المرض (يوجد فى كل ثقافة ويتطور عند معدل مماثل من العمر فى كل منطقة جغرافية فى الكرة الأرضية) يدعم أفضلية النموذج الإمبريقى والمستويات المهيئة والمعجلة والبرنامجية من التحليل لتفسير المرض.

يمكن تنظيم العلاج كذلك بمحاذاة النموذج ثلاثى الأوجه. إن فهم آليات العلل المهيئة والمعجلة على السواء سوف تؤدى على الأرجح إلى إستراتيجيات علاجية متعددة. وبما أن العمر هو عامل قوى من عوامل خطر الإصابة بالمرض وغير قابل للتعديل، فإن استهداف عوامل خطر الإصابة بالمرض *المهيئة* الأخرى وتقليل أو تأجيل إسهامها إلى خطر الإصابة يمكن أن يؤخر بدء المرض. قدّر رون بروكماير Ron

Brookmeyer وكلوديـا كـاوس Claudia Kawas أن تأجيـل بـدء المـرض خمـس سنوات يمكن أن يمنع ٥٠٪ من الحالات. إن فهم كيف تمارس جينات بروتين أملويد السلائف بيتا أى أو البروتينات التى تنتجها (أى ٢ ، ٣، ٤) تأثيرها يمكـن أن يـؤدى أيضا إلى إستراتيجيات مؤجلة للمرض. (هناك بينة حديثة تطرح أنها تمارس نفوذهـا بالتأثير على عملية التمثيل الغذائى لبروتين أملويد السلائف). إن فهم وظيفة الجينات *المهيئة* الثلاث فى الكروموسومات ١، ١٤، ٢١، أدى فعليًا إلى تطوير عدد ضخم مـن الأدوية التى تغير كيفية التمثيـل الغـذائى لبروتـين أملويـد الـسلائف أو تكسيره فى الدماغ وكيفية إزالة كسرات أملويد بيتا من المخ، لكنها لم تؤد حتـى الآن إلى تحـسن فى التجارب الإكلينيكية العشوائية.

يمكن مساعدة مقدمى الرعاية الصحية لمرضى ألزهايمر بالمعلومـات والـدعم العاطفى. وهذا معقول تقمصيًا، لكن تظهر البيانات الإمبريقية كذلك تلك الفوائـد. علاوة على ذلك، إن الدراسات التى على غرار تلك التى أجرتهـا عالمـة الـنفس ليندا تيرى Linda Teri تظهر أن تحسن معرفـة مقـدمى الرعايـة والحالـة العاطفيـة لـديهم يمكن أن تؤدى مباشرة إلى استفادتهم والمريض على الـسواء، وهـو توضـيح للطبيعـة البرنامجية لآثار المرض وعلاجه. تظهـر الدراسـات كـذلك أن المعتقـدات الروحانيـة والدينية يمكن أن تقلل من التأثير المعاكس لمقدم الرعايـة لمـريض ألزهـايمر. هكـذا، يمكن أن يساعد المنطق *التقمصى والإكلبريكى* مقدمى الرعاية الصحية والمرضى، لكن نجاح تلك التدخلات يعتمد على الأرجح على المعتقدات الفردية والخلفية الاجتماعية والعرقية، ونقاط القوة والضعف الشخصية، وعلى المصادر الاجتماعيـة والاقتـصادية لهم. إن هذه روابط يكون فيها الاستدلال *التقمصى* هو الأفضل عند تعريفها.

تعريف العلل العديدة للصراع الإنسانى والعدوان: مناهج العلوم الاجتماعية

إن العدوان ملمح من الشرط الإنسانى هيمن لفترة زمنية طويلة، وهو أحد التحديات العظيمة فى زمننا. وإذ يعرفه الكتاب على أنه إيقاع الأذى على الآخر، فهو يتخذ أشكالاً متعددة من الاعتداء والحرب والإبادة الجماعية وسوء الاستغلال الجنسى والجسدى والتنمر. شغل عديد من المفكرين العظماء فى الماضى أسئلة حول أصل السلوك العدوانى وترياقه. على المستوى البسيط، تظهر سرديتان متناقضتان من تلك الكتابات: البشر بوصفهم خيرين بطبيعتهم؛ والبشر بوصفهم عدوانيين بطبيعتهم. جان جاك روسو Jean-Jacques Roussseau على سبيل المثال (١٧١٢-١٧٧٨) وصف الإنسان بأنه كينونة ولدت فى حالة بدائية من السكينة والطمأنينة خنقتها فروض المجتمع المنظم وشوهتها. أما توماس هوبز Thomas Hobbes (١٥٨٨-١٦٧٩) فعلى النقيض رأى النوع البشرى عدوانيا بطبيعته ولذلك يحتاج إلى مؤسسات لمواجهة تلك النزعة. ففى رأيه، كان إدراك مجموعات صغيرة لهذه الحاجة هو ما أدى إلى تكوين الحكومة.

نشر عدد ١٨ مايو ٢٠١٢ من المجلة العلمية العامة الأمريكية الرائدة: *العلم* Science، أخبار أربع وعشرين ساعة ونقد ومقالات فى السياسة العامة تفحص الصراع الإنسانى من وجهات نظر متعددة. إن تلك المقالات التى كتب معظمها علماء اجتماع من فروع معرفية مختلفة تضم علم الاجتماع والإريكولوجى والإنثربولوجى وعلم النفس الاجتماعى والاقتصاد والعلوم السياسية- تلك المقالات تقدم نطاقًا من الأمثلة عن كيف يُعرّف العلماء المعاصرون الحالات العديدة من العدوان الإنسانى. إن النقاش التالى سوف يستخدم هذه المقالات مصدرًا أوليًا لفحص المناهج التى يستخدمها العلماء، خصوصًا علماء الاجتماع، لفك أو حل العلاقات العلية فى مسألة معقدة ما وكيف يمكن أن يقدم النموذج ثلاثى الأوجه إطارًا يتناول مجموعة متعددة من المعلومات تناولاً كليًا وشاملاً.

وجه ٢: منطق أم منهج

تدعم البيانات الإمبريقية ادعاء أن البشر يتسمون بنزعات متأصلة للتصرف بنمط عدائى تجاه الآخرين. عرفت أغلبية الثقافات، إن لم يكن كلها، التى تم دراستها، العنف؛ وتطرح بينة علم الحفريات أن السلوك العدوانى تجاه الإنسان الآخر كان موجودًا فى الإنسان العاقل منذ عشرات الآلاف من السنين. وفى معظم الثقافات المدروسة، اتسم الذكور، خصوصًا الشباب منهم بعنف أكبر من الإناث، وتربط خيوط متعددة من البينة مستويات أعلى من التيستوستيرون وهرمونات أخرى ذات صلة بالسلوك العدوانى. إن ارتباط البلوغ بارتفاع مستويات التيستوستيرون فى الذكور يقدم صلة واحدة من بين تلك العوامل. من ناحية ثانية، لا تتسم كل الذكور بالعدوانية، ولا تفسر مستويات التيستوستيرون التنوع الواسع فى مستويات العدوان والعنف فى أفراد مختلفة أو مجموعات أو عصور.

ترتبط بينة العلوم الطبية والبيولوجية السلوك العدوانى بمنظومات دماغية متمايزة عدة تتفاعل مع أحدها الآخر. وهناك كذلك منظومات دماغية وهرمونية متعددة تبطن التفاعلات الإنسانية الإيجابية مثل رعاية الآخر وحل الصراع. كما تتفاعل منظومتا العدوان والرعاية فيما بينهما لتشكل شبكة معقدة ومنتشرة. وفى حين أن تلك المنظومات توجد فى كل الأفراد، تتنوع وظيفتها عبر الأفراد وحسب الموقف. إذن من وجهة نظر الجهاز العصبى، يصح وجهتا نظر روسو وهوبز على السواء: إن البشر يتسمون بالرعاية والعدوانية طبيعيًا.

يبرهن الدليل الإمبريقى كذلك على الصلات بين نطاق من الأحداث والظروف الاجتماعية الاقتصادية ورجحان الصراع على مستوى الجماعة. وتبرهن دراسات متعددة على المعدلات المتزايدة من تنوع الأفعال العدوانية التى ترتبط بالحرمان الاقتصادى، و"قمع" مجموعة لمجموعة أخرى، والوضع المتدنى للنساء،

وانعدام الديموقراطية، والقومية، والانتشار واسع النطاق للتمييز ضد الأقليات. لا تدلل تلك الصلات على العلية، لكن ما يقوى رجحان العلاقة العلية التفسيرية هو استخدام مناهج الواقع المضاد والإحصائية التى تستبعد أسبابًا محتملة أخرى لتلك الصلات ومضاعفة تلك النتائج فى مجموعات متعددة وعهود متباينة.

يربط الاستدلال *التقمصى* عديدًا من الأحداث التاريخية والشخصية الداخلية والخارجية بالعنف. إن التاريخ عامر بأحداث مثل حروب أشعلها شعور جماعة واحدة ما بالغبن والكره أو الحسد. وتدعم المعقولية السردية كذلك روابط علية بين المعدلات الأعلى من العدوان والمتغيرات الاقتصادية والاجتماعية التى وردت فى الفقرة السابقة.

يوطد الاستدلال *الإكليريكى* نداءات عديدة للسلام والعنف. ترتبط مزاعم "الحق/ الصواب" المعطى بمصادر قدسية/ إلهية وتفوق فيزيقى/ أخلاقى. تستخدم المنظومات الإيمانية التى تتجذر فى مبدأ السلام والمقاومة السلمية والحق الإلهى/ المقدس والدستورية والوطنية والدين الرسمى والروحانية لتبرير أفعال العنف وأفعال السلام ويستشهد بها هؤلاء الذين يقبلون ويروجون تلك المنظومة على أنها علة الأفعال السلمية أو العنيفة. بالنسبة لهؤلاء الذين يشتركون فى معتقدات معينة، فإن الحقيقة لا جدال عليها، ويعكس رفضها اختلاف جوهرى يمكن أن يؤدى إلى اشتعال الصراع. وكما جاء فى الفصل العاشر، يربط نقاد الدين مثل هاريس وهوتشنز العنف الذى يرتكب باسم الدين الرسمى بينة على أنه ليس هناك كائن أعلى بسبب التناقض بين السلمية المذكورة/ المنصوص عليها وأفعال العدوان الفيزيقى التى ترتكب باسم الأديان وتحت توجيهها. يسلط آخرون مثل جودنف وكولينز الضوء على الإيجابيات السلمية المشتقة منها (الأديان) ويرون أن العنف المرتكب باسم

الأديان المنظمة انعكاسًا لعدم كمال النوع البشرى. وبالطبع اشتعلت عديد من الصراعات الإنسانية نتيجة اعتقادات صارمة لاعلاقة لها بالدين.

وجه ٢: مستويات التحليل (المسلمات الأربع)

تسلك عديد من المتغيرات البيولوجية والاجتماعية والاقتصادية التى ناقشها القسم السابق عن المنطق الإمبريقى عند المستوى *المهيئ* عن طريق التأثير على رجحان أن فردًا ما أو مجموعة سوف يسلك سلوكًا عدوانيًا أو سلميًا، بما فيها رجحان أن يسعى هذا الفرد أو تلك المجموعة إلى حل سلمى للخلاف. وصف جارد دايموند Jared Diamond فى كتابه *أسلحة وجراثيم وحديد* Guns, Germs, and steel مجموعة أخرى من المتغيرات التى تهيئ للعدوان، حيث يسلط الضوء على اختلافات الجغرافيا والتعرض للأمراض المعدية وسهولة الإصابة بها وتوفر المصادر الطبيعية على أنها تؤثر على رجحان استخدام المجموعات لمناهج العنف أو السلام لتأمين احتياجاتها وحل الاختلافات والبقاء على قيد الحياة أو الفشل فى هذا.

تهيئ السمات الشخصية للأفراد للتصرف بأسلوب عدوانى أو سلمى. إنها خصائص الناس التى توجد بدرجة ما أو أخرى فى كل الأفراد (أى، إنها عالمية) فى نمط تدرجى (توجد فى نمط قابل للقياس يتبع التوزيع العادى أو منحنى الجرس). إن الاندفاعية والاستقرار صفتان من الصفات العالمية التى ترتبط بحدوث سلوكيات العنف والمحبة خلال الحياة. فى السنوات الحديثة، ظهرت بينة تفيد أن تلك الخصائص الشخصية يمكن تخفيفها (تخفض الاندفاعية المخففة من النتائج السلبية المحتملة) أو تشجيعها (يرتبط زيادة الانفتاح على الخبرات برجحان أعلى للتعلم من التجربة السلبية). إن هذا مثال عن كيف يمكن أن يؤدى تعريف العلل المهيئة للعنف إلى منعه وتقليص رجحان العلاقة العلية غير المرغوب بها وتشجيع المستحسنة.

تُعرف الأحداث *المعجلة* غالبًا بأنها علل التفاعلات العنيفة. وتمتد من استخدام العنف لمعالجة إهانة شفوية إلى اشتعال الحرب العالمية الأولى باغتيال أرشدوك فرديناند Archduke Ferdinand. وتعتمد الطبيعة العلية لتلك الأحداث عادة على العلاقة الزمنية الوثيقة وقوة المعقولية السردية التى تربطهما. إن كثيرًا من العوامل المعرفة بالأعلى على أنها مهيأة يمكن أن تسلك سلوكًا معجلاً لأفعال العنف.

يرشد المستوى *البرنامجى* من التحليل إرشادًا مفيدًا تحليل علل العنف من وجهات نظر أفضل متعددة. على المستوى البيولوجى، إن التفاعلات بين المنظومات الدماغية والغدد الصماء هى ما ينتج عنها ما إذا كانت النتيجة عنيفة أم سلمية. تتشكل وظيفة تلك المنظومات المتعددة عبر حياة الفرد بعوامل اجتماعية ونفسية وصفت أعلاه. لكن ما لايزال غير مفهوم بعد هو الكيفية التى تتصرف بها تلك المتغيرات، وما يجعل توفر نموذج تفسيرى نهائى وجيد غير مرجح للأبد هو تعقيد تلك التفاعلات.

إن كثيرًا من العوامل الاجتماعية والاقتصادية المعروفة فى عدد مجلة *العلم* والموصوفة أعلاه على أنها مهيأة أو معجلة- الحرمان الاقتصادى، " قمع" مجموعة لأخرى، تدنى وضع النساء، انعدام الديموقراطية والقومية والتمييز واسع النطاق ضد الأقليات- يتفاعل على المستوى البرنامجى ويؤدى إلى اشتعال صراع لم يكن ليحدث إذا وقعت أحداث مختلفة أقل أو مزيج مختلف منها. وفى بعض الأحيان من الأفضل فهم الظهور المفاجئ ظاهريًا لعديد من الجرائم والصراعات على أنه نتيجة التفاعلات البرنامجية بين عدة أو عديد من المتغيرات البيولوجية والاجتماعية والبيئية والاقتصادية.

هناك عامل واحد لم يناقش سابقًا يمكن فحصه عند المستوى البرنامجى وهو هوية الجماعة. إن كثيرًا من المقالات فى عدد مجلة *العلم* تُعرّف النزعة الإنسانية لـ " نحن" مقابل " هم" على أنها متأصلة وتتجلى على المستوى الفردى والجماعى على

السواء. تبرهن عديد من التجارب الإمبريقية على أن هذه النزعة نحو عمل تمايزات بين " المتشابه" و" المختلف" راسخة أو موجودة فى مرحلة مبكرة جدًا من التطور الإنسانى، وتبرهن بيانات الملاحظات العلمية من فروع معرفية متنوعة على أن مفهومى " الآخرية" وهوية " فى الجماعة" عالميان. من ناحية ثانية، تتغير حدود هوية الجماعة تغيرًا جذريًا، أحيانًا عبر فترات زمنية قصيرة، إذ تعنى ضمنًا أن هوية الجماعة تتشكل من خلال متغيرات اجتماعية وبيئية تسلك على مستوى الجماعة، حتى على الرغم من أن العوامل المهيئة لهوية الجماعة عوامل متأصلة.

يمكن فهم العنف على مستوى الجماعة *برنامجيًا* بأنه ينشأ عن تفاعلات بين عوامل مهيئة فى البشر للتصرف عدوانيًا وعن تنظيمات اجتماعية ونطاق واسع من المتغيرات البيئية والظرفية. ومع أن الجماعات قصيرة العمر مثل الغوغائية والعصابات يمكن أن تجذب أفرادًا ذات خبرات اجتماعية ودموغرافية وعرقية وجغرافية وحياتية متماثلة، يقدم عالم الاجتماع جون ليفى مارتن John Levi Martin بينة فى كتابه *البنى الاجتماعية* Social Structures على أن عديدًا من التنظيمات الاجتماعية والسياسية التى دامت طويلا (ولذلك ناجحة) مثل العسكرية الأمريكية، تطورت عن طريق علاقات اتصفت بالعناصر الثلاثة التالية: عدم المساواة بين المساهمين/ المشاركين، وعدم الكمال (الذى يعنى أن هناك مرونة للتغير والتكيف)، وعدم ضرورة معرفة الآخرين شخصيًا بوصفهم متطلبا أساسيا للنجاح الشخصى.

يبرز المستوى *الغائى* من التحليل فى النماذج الثورية التى تصف الرجحان المتزايد فى انتقال الجينات إلى الجيل التالى على أنه أساس تكرارية عديد من السلوكيات مثل العدوانية. عرّف داروين انتخاب الجماعة بأنه آلية يزيد عن طريقها تكرار الجين لو عاش ويرتبط طرديًا رجحان تناسل الأفراد مع رجحان بقاء المجموعة التى ينتمون إليها على قيد الحياة. أما فيما يتعلق بالصراع الإنسانى يطرح هذا النموذج أن الأفراد

الذين يتمتعون بسمات تفضل الهوية الجماعية والعدوان سوف ينجون على الأرجح فى أزمنة الحرمان والقتال على المصادر الشحيحة، لذلك سوف يتوالد ويزيد تواتر تلك الجينات فى الأجيال المتعاقبة.

كيف نفسر وجود سمات مثل الغيرية التى يمكن أن تقود الأفراد إلى التضحية بحيواتهم ومن ثم لايتوالدون؟ فى ثلاثينيات القرن الماضى، طرح إر إيه. فيشر (الذى ورد ذكره فى الفصلين الرابع والثامن) وجى. بى. إس هالدان J.B.S. Haldane أن الأفعال التى تزيد من نجاح توالد أقارب الشخص، حتى لو كلفته حياته، يمكن أن تزيد كذلك من تواتر جينات ذلك الشخص. لقد اقترحت هذه الآلية التى تسمى انتخاب/ اصطفاء القرابة Kin selection أو نظرية الأصلح الشاملة inclusive fitness theory، على أنها الأساس الجينى للسلوكيات فى عديد من الأنواع التى لايتوالد فيها الأفراد لكنهم يعملون من أجل بقاء الجماعة على قيد الحياة ونجاتها. فالنحل الشغال على سبيل المثال يلعب دورًا رئيسيا فى الحفاظ على القفير لكن لايتزاوج. أدى تطور الصيغة الرياضية لانتخاب القرابة على يد ويليام هاملتون William Hamilton فى ستينيات القرن الماضى إلى قبول عريض لهذه الآلية، لكن يمكن رؤية الصفة السردية لهذا الادعاء الغائى فى الجدل المتقد الذى اشتعل حين نشر عالم البيولوجى إى. أو. ويلسون E.O. Wilson وزملاؤه مارتن نوالك Martin Nowak وكورينا تارنيتا Corina Tarnita تفنيد قوى لانتخاب القرابة فى مقال عام ٢٠١٠ فى المجلة المرموقة *الطبيعة*. يركز جزء من هذا الجدل على ما إذا كانت الصيغة الرياضية للمفهوم صحيحة أم لا، لكن يستشهد هؤلاء الذين يفضلون المفهوم ويعارضونه بسلوكيات وأدوار توجد فى نطاق من الأنواع المختلفة لتعزيز أطروحاتهم. ففى واحد من الرسائل التفنيدية، أطر ١٣٧ عالم الجدل كما يلى: " يفسر الانتخاب الطبيعى (النموذج المفضل لويلسون) ظهور التصميم فى العالم الحى، وتفسر نظرية الأصلح الشاملة *هدف هذا التصميم* (الحروف المائلة البارزة منى)" إن

الكلمات التى ركزت عليها تشدد على الصفة الغائية لهذه الآلية التطورية المقبولة على نطاق واسع. ويتفق الطرفان على أن التطور لعب دورًا رئيسيًا فى تطوير السلوك الاجتماعى لكنهما يختلفان على ما إذا كان الحمض النووى دى إن إيه وحده يمكن أن يفسر الأدوار الاجتماعية والسلوكيات التى توجد فى عديد من الأنواع أم لا؛ أو يمكن تفسيرها أفضل بآليات النشوء والبرناجية. إن نموذج جون ليفى مارتن عن نشوء البنى الاجتماعية فى البشر مثال على هذا.

إنى أعرض هذا الجدل بين علماء البيولوجى مثالاً على الاختلاف بين الخبراء العلميين حول الآلية العلية؛ إذ إن الإخفاق فى حل السؤال على الأقل فى الوقت الحاضر، يبرهن على أن استخدام الأمثلة المتعددة والوقائع المضادة لا يمكن أن تحل الخلافات فى حالة استخلاص استنتاجات مختلفة من تلك الأمثلة. ومع ذلك، سوف تظهر على الأرجح عبر الزمن بينة إمبريقية إضافية وتقنع معظم أو كل الخبراء بدقة النموذج التفسيرى، سواء كان واحدًا من هذين البديلين أو بديلاً آخر.

إن العلية الغائية جزء كذلك من المنظومات الإكليريكية المتعددة. وتفهم عديد من المنظومات الاعتقادية النواقص البشرية مثل العنف على أنها إخفاق فى الإقرار أو الالتزام بقيم تلك المنظومة وتعزو العلة الغائية للمآسى والنكبات الناجمة عنها. وتربط عديد من المنظومات الاعتقادية الإخفاق فى قبول تعاليمها الأساسية علة الصراع الإنسانى والعدوانية. ويعرف البعض منها الصراع علامة على صحة وجهات نظرها. وبالمثل، يرى مناصرو نظرية التطور أن الوجود العالمى للعنف والغيرية بينة على الأساس الجينى لهما وعلى أنهما يتمتعان بقيمة للبقاء على قيد الحياة على السواء، لذلك يحققان غاية دوام واستمرارية الأنواع. ولا يمكن فى الحالتين إجراء دراسة إمبريقية تطبق اختبار قابلية التكذيب لدحض الادعاء، لكن قدرة المنظومتين على الاستشهاد بعديد من الأمثلة الداعمة على دقة الادعاء تستخدم للبرهنة على صحته التطبيقية.

وجه ١: نموذج أم منطق

لقد ناقشت العنف والسلام حتى الآن كما لو أنهما *مقولتان*. من ناحية ثانية، إن تعددية المتغيرات التى ترتبط بالعنف والصراع الإنسانى والقوة التفسيرية المنخفضة لأى من تلك المتغيرات حين تأخذ فى الاعتبار بمفردها تطرح بقوة أن النموذج العلى المقولى للعدوان الإنسانى نادر ما لم يكن صحيحًا قط. ويمكن صياغة سؤال عرضى صياغة مفيدة من المنظور المقولى، على سبيل المثال: هل كان يمكن أن تقع الحرب العالمية الثانية دون هتلر، لكن هذا سؤال تحفيزى أكثر للتفكر فى مسألة معقدة عن أن يكون سؤالاً يمكن توقع أى إسناد على مقولى صحيح له.

يتم تعريف عديد من المتغيرات على أنها عوامل مهيئة إمبريقيا للعنف- السمات الشخصية، والحرمان الاقتصادى وقمع مجموعة لأخرى، والوضع المتدنى للنساء وانعدام الديموقراطية والقومية والتمييز واسع النطاق ضد الأقليات- ذات علاقة *احتمالية* بالعنف. من ناحية ثانية، يقدم الاستدلال العلى *الناشىء* اقترابًا نحو مزج عديد من الملامح المهيئة والمعجلة فى فهم سبب حصول صراع معطى أو عمل عنيف. عند مستوى الشخص، يمكن أن يتصرف الشخص المهيأ بأسلوب عنيف مندفع لأن الصدفة وفرت عدة حوادث مسبقة وقعت بالتزامن. لم تكن لتبدأ الحرب العالمية الثانية لو لم يتم الهجوم على ميناء بيرل Pearl Harbor، غير العدوان المتصاعد الذى ارتكبه هتلر فى أوروبا؛ وحظر الولايات المتحدة للبترول على اليابان استجابة لما اعتبرته أعمالاً عدوانية صريحة تجاه الدول الأخرى كانت عوامل مهيأة ساهمت إسهامًا كبيرًا.

إن أحد قصور عدد مجلة العلم هو غياب تكامل تلك الضفائر فى تفسير على شامل للعدوانية. إن كتاب ستيفن بينكر Steven Pinker: *الزوايا الأفضل لطبيعتنا: لماذا انخفض العنف* The Better Angles of Our Nature: Why Violenec Has

Declined، محاولة مبهرة لفعل هذا بالضبط. ويتكون اقتراب بينكر من طبقتين. الأولى، لقد بنى عمله على عمل نشر أول مرة فى أواخر ثلاثينيات القرن الماضى لنوربرت إلياس Norbert Elias (١٨٩٧-١٩٩٠) عالم اجتماع مولود فى ألمانيا، وانتقل إلى إنجلترا قبل اندلاع الحرب العالمية الثانية مباشرة. وجد إلياس بعد جمع البينة من مصادر تاريخية متعددة أن معدلات العنف كانت تتناقص منذ العصور الوسطى بالتوازى مع الحجم والتنظيم المتزايد للدولة القومية. وعزا هذا النمط من المعدلات المتناقصة للعنف إلى " عملية التمدن" التى عززها تطوير تلك الكيانات الحاكمة الضخمة وتزايد متوازٍ فى أهمية التجارة والنطاق الجغرافى. وسع بينكر، لاختبار فرضية إلياس، مدى السلوك العنيف الخاضع للفحص وجمع بيانات من نطاق هائل من المصادر. ويؤكد أن العنف يتناقص طبقا لعديد من المقاييس تناقصًا هائلاً، بل تناقص ثابت خلال الخمسمائة-ستمائة عام الماضية.

إن ما يفعله بينكر بمهارة، هو نسج تلك البينة على تناقص معدل الصراع الإنسانى عبر الزمن مع روايات تاريخية متعددة، ودراسات تجريبية ووصف للمنظومات الدماغية التى انخرطت فى العنف والسيطرة على العنف فى رواية متناسقة وشاملة وجامعة عن العدوانية الإنسانية. ومع أن كثيرًا من البينة التى يوردها تستخدم اختبار الفرضية واستدلال الوقائع المضادة واختبار قابلية التكذيب والمناهج الإحصائية لاستبعاد الارتباكات المحتملة، فما يقنع القارئ (على الأقل هذا القارئ) بمعقولية ودقة وكمال محاولته نسبيًا فى تفسير النوازع الإنسانية تجاه العنف والسلمية هو استخدامه الماهر للمنهج السردى فى ربط تلك الجدائل العديدة من المعلومات. وهو بهذا، فضلاً عن أنه حقق معايير ريتشارد إيفان للعمل (السلوك العنيف فى أشكاله العديدة)؛ والحدوث (الأحداث التاريخية التى برز فيها العنف والبيانات من مجموعات متعددة والدول- القومية)؛ والشخصية (المجرمون والضحايا، يتراوحون من الأفراد إلى الثقافات والدول- القومية) والمجموعات (الأفراد والجماعات

والمواقف المعاشة والمجموعات المتعددة والوحدات الحكومية والمعاهدات والأمم). ومع أنى أختلف مع بعض من استنتاجات بينكر التي يستقيها من دراسات فردية أو مجموعات البيانات، على سبيل المثال اتفاقه مع فرضية أن اكتئاب ما بعد الولادة يعزو إلى " التنفيذ الانفعالى لقرار الاحتفاظ بالطفل"، وأعتقد أنه أهمل أن يناقش عدة حقبات فى العالم الشرقى الذى كان يمكن أن تكون أقل دعمًا لأطروحته، ينسج الكتاب كثيرًا من أجزاء البينة الداعمة بحيث تطرح ادعاء قويًا وإن كان قابلاً للدحض مع ذلك. لم يحقق فقط هذا الكتاب معايير برادفور هيل للعلاقات العلية الداعمة بل تجاوزها.

أنفق بينكر فصلين، ١١٤ صفحة، يدمج ما هو معروف عن المنظومات العقلية البشرية المنخرطة فى العدوان(" الشياطين الداخلية") والسلمية (" الزوايا الأفضل") مع مراجعة مكثفة للتجارب التى تربط تلك المنظومات الدماغية مع سلوكيات بشرية تتخذ أشكالاً عنيفة أو سلمية أو توسطية لتلك التطرفات. وينعكس التحدى الذى يواجهه فى هذا الدمج فى استخدامه لمعدلات وأوصاف مثل " مقبول" (ص. ٥١٢) و" استعارة" (ص.٥١٧) و" يمكن فهمه" (ص.٥٢٣) ، و" يتناسق/ يتناغم مع" (ص. ٥٤١) و " ربما" (ص. ٥٧٨)، و"يدعم" (ص.٦٠٦) ،و "قد" (ص.٦١٤)، و" فى المعمل السيكولوجى" (ص.٦٨١) و" لايمكن إثباته" (ص. ٦٩٠) حين يربط النتائج التجريبية مع حوادث العالم الواقعى. يدعم استنتاج بينكر وإلياس بأن العنف ليس حتميًا هذا المزيج من البينة التاريخى بأن السلوك العنيف تناقص تناقصًا هائلاً عبر عدة قرون؛ والبينة التجريبية بأن المنظومة التشريحية/ الفسيولوجية تعمل فى نمط تدرجى، مما يجعلها طيعة للتعديل؛ والبينة التجريبية بأن الميول والسلوكيات المتصلة بالعدوان يمكن التأثير عليها بالتوقعات والصدفة والعوامل البيئية المصنفة اجتماعيًا وسياسيًا واقتصاديًا.

وبما أن بينكر يقر بأن النموذج العلى الذى يبينه تمهيدى، هل كان يجب عليه استبعاده من الكتاب والأكتفاء بوصف البينة التى يعتقد أنها مهمة فى بناء النموذج النهائي؟ كلا مطلقًا فى رأيى. إن وصفه للطبيعة المبدئية لبعض الروابط والتضمينات فى نموذجه النهائى هو إقرار بأن تلك الادعاءات تتطلب مزيدًا من الدراسة، سواء هذا يعنى مزيدًا من التجارب أو من جمع البيانات التاريخية، أو من الأمثلة التاريخية. إن هذا النوع من النمذجة العلية هو الذى يحفز تطوير الفرضيات القابلة للاختبار والدراسات التجريبية والمراجعات التاريخية، وهو بدوره يحرك البحث عن العلل قدما.

هل يمكن إعطاء إجابة عامة عن السؤال " ما أسباب الصراع الإنسانى؟" أعتقد أن الإجابة هى نعم. يتسم المخ البشرى بمنظومات متعددة وتغيرات مبرمجة جينيًا عبر حياته تهيئ لكل من العنف والسلمية. ويتمتع الأفراد بنزعات متأصلة (طبائع) بشكلها البيولوجى والتجربة على السواء ويمكن أن يؤثرا على رجحان التصرف بعنف أو سلمية، ويتشارك البشر فى نزعات تميل إلى رؤية بعض الآخرين متشابهين أو مختلفين وإلى البحث عن العلل والغايات. إن البشر كذلك مبرمجون للتصرف فى جماعات، وهذا يترجم النزعات الفردية إلى الفعل الجماعى. وتتأثر الأحداث فى حيوات الأفراد والجماعات والأمم تأثرًا قويًا برجحان السلوكيات العنيفة أو السلمية. ويمكن توقع بعضها بدقة معقولة ومنع عواقبها أو تشجيعها أو تعديلها لكن تحدث أخرى صدفة. لقد ظهرت السمات البشرية والمؤسسات خلال الألفيات التى خفضت تواتر العنف الإنسانى ودماره عند مستوى الفرد والجماعة والدولة القومية.

من ناحية ثانية، هذا الوصف العام لا يجيب عن سبب حصول أحداث عنف معينة كما أن قدرته على التنبؤ بالعنف المستقبلى والسلام محدودة. لذلك، سوف تظل هناك حاجة دائمة إلى المناهج السردية لربط تفاصيل الحيوات الفردية والبيئات

والظروف الاقتصادية والاعتقادات والخلفيات العرقية والإثنية، والبيولوجى المهيأ والاختلافات المتأصلة وأحداث الصدفة والأحداث البيئية غير قابلة للسيطرة عليها. إن نسج البيانات البيولوجية والتاريخية والتجريبية معًا فى شبكة متناسقة وشاملة هو ما يقوم عليه هذا المشروع المهم. هكذا، سوف يظل فهم أسباب الصراع الإنسانى يتطلب استخدام كل من المنهج *السردى والإمبريقى*، وبناء النموذج *الاحتمالى والناشئ* لشرحه، وتعريف العوامل التى تتصرف بوصفها عناصر *مهيئة ومعجلة وبرنامجية*.

هل مازالت العلوم الاجتماعية تتمتع بدور فى تفكيك العلية فى المسائل المعقدة مثل العنف الإنسانى والصراع الإنسانى؟ ومع أن تعريف حدود " العلوم الاجتماعية" غير ممكن بقدر ما هو غير ممكن تعريف " علم"، تتناول العلوم الاجتماعية عامة أسئلة حول التفاعلات الإنسانية والمؤسسات. وكما طرح فيكو منذ أكثر من ٢٥٠ عامًا مضت، يتطلب اتساع الأسئلة التى تثيرها العلوم الاجتماعية غالبًا اعتمادًا أكبر على المنطق السردى/ التقمصى واعتمادًا أكبر على استدلال القمة- القاعدة مما تتطلب الدراسات فى العلوم الفيزيقية.

إن أكبر تغير عظيم شهدته العلوم الاجتماعية منذ ماكس فيبر هو الاعتماد الأعظم على الدراسات الإمبريقية، التجريبية والوصفية على السواء، واستخدام مناهج مثل تصميم دراسة الوقائع المضادة، ونظرية اللعبة، ونمذجة التكلفة/ المنفعة، وتصوير الدماغ، وكما يبرهن نقاش بينكر عن الصراع الإنسانى، على مجهود أكبر لدمج بيانات من العلوم البيولوجية والفيزيائية.

هل هذا يعنى أن الوقت حان لإسقاط التمايز بين العلوم الفيزيائية/ الطبيعية والعلوم الاجتماعية خصوصًا أن الاستدلال السردى يوظف فى العلوم البيولوجية والفيزيائية وليس من الممكن إجراء اختبار قابلية التكذيب فى أى من العلوم الاجتماعية أو الفيزيائية فى بعض الأحيان؟ أعتقد أن التمايز مازال يتمتع بقيمة؛ وأن

فيبر وجاسبر كانا على حق منذ قرن حين توصلا إلى جدارة الاعتراف والانتباه إلى الاختلافات المنهجية بين السردى/ التقمصى والإمبريقى وأن العلوم الاجتماعية سوف تظل أكثر اعتمادًا على الاستدلال السردى. إن فائدة الحفاظ على التمايز يمكن أن نراها فى الفصل الأخير من كتاب بينكر وهو يحاول إدماج خيوط عديدة من البينة التى طورها خلال الكتاب فى تفسير للمعدل المتناقص للعنف عبر الزمن وفى مقترحات لاستمرار هذا التيار. يجب أن نتعامل مع اعتماده الأعظم على الاستدلال السردى وقدرته الأقل على تقديم الدعم الإمبريقى لتلك الاستنتاجات على أنهما إنذار. وهذا لا يعنى نبذ أو دحض استنتاجاته النهائية، بل إنه أساس للتمييز بين البيانات الإمبريقية التى نسجها معًا والاستنتاجات التى استقاها للفعل المستقبلى.

إن بناء نظرية شاملة عن العدوان الإنسانى هدف رائع، وأعتقد أن كتاب بينكر يظهر أنه قد تحقق تقدم هائل فى بناء واحد. وفى حين أنه لا يمكن التوصل إلى تفسير شامل نهائى، تقدم العلوم الاجتماعية إطارًا يمكن من خلاله دراسة ودمج عديد من "الموضوعات الرئيسة" التى تتصل بالسلوك الإنسانى مثل " الهوية الجماعية" و"التقمص" و" سيرورة التمدن". يتطلب هذا الدمج مهارات سردية/ تقمصية ليست ضرورية فى العلوم الفيزيقية، وهو سبب فى الإبقاء على التمايز العريض بينهما.

من ناحية ثانية، تتسم المناهج التى يستخدمها علماء العلوم الاجتماعية بحدود قصوى يجب إقرارها ويوضحها جيدًا كتاب *الزوايا الأفضل*. وتشمل هذه الحدود القصوى الاعتماد على الدراسات المقطعية التى لايمكن استقاء الاستنتاجات العلية منها لكنها تغرى البعض للقيام بهذا؛ أو استخدام العينات غير الممثلة مثل طلاب الكليات الأمريكية فى دراسات تجريبية واستقاء استنتاجات من نتائج تطبق عالميا على البشر؛ أو الاعتقاد بأن استخدام التقنيات المتقدمة تكنولوجيا مثل التصوير بالرنين المغناطيسى / الدماغ الوظيفى يسمح باستنتاجات حول اتجاه العلية حين تكون

الدراسات مقطعية ومترابطة فقط؛ أو تفسير النتائج التجريبية بنمط مقولى حين تبرهن هذه النتائج على ترابطات متدرجة عوضًا عن أنها مطلقة (مثل الذكور مقابل الإناث؛ تيستوستيرون مرتفع مقابل منخفض)؛ وتمثيل القيم بوصفها وقائع، وهى مسألة صعبة على وجه الخصوص بما أن وقائع شخص واحد أو جماعة هى قيم شخص أو جماعة أخرى. تنطبق تلك الحدود القصوى كذلك على العلوم الفيزيقية وسوف تغوى دائما دراسات الأسئلة الرئيسية/ الكبيرة مثل أصل الكون وأساس التطور وعلل العدوانية البشرية. إن تعريف الحدود القصوى وقوى كل دراسة أو منهج أو استنتاج هو الطريقة الأفضل لمكافحة التعميمات والاستنتاجات غير الملائمة فى كل من العلوم الاجتماعية والفيزيقية.

ومع ذلك، تزداد الشكوك حول قيمة العلوم الاجتماعية. ويعرف واحد من ذلك الهجوم على قيمة العلوم الاجتماعية باسم خدعة سوكال Sokal hoax تيمنًا باسم المؤلف الذى شنه ونشر مقالا عديم المعنى بعنوان " انتهاك الحدود: نحو هرمونيطيقا تحولية للجاذبية الكمية Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity" فى مجلة ***سوشيال تكست***Social Text . كان يستهدف سوكال، فيزيائى فى جامعة نيويورك، ما بعد الحداثة، وهو اقتراب لا أجد منه منفعة كذلك. من ناحية ثانية، أعطت النبرة التهكمية فى وصف سوكال الانطباع بأنه يهاجم المنهج السردى ومن يطبقه. ولم يتلق المنهج العلمى خلال العقد الماضى رفضًا مثل هذا الذى جاء استجابة لانكشافات متعددة لمقالات احتيالية تقوم على تجارب لم تجر قط، تم التلاعب بها قصدًا أو أسىء فهمها إساءة جسيمة؛ ثم نشرت فى مجلات الصف الأول ***الطبيعة والعلم. وسيل Cell*** كشف عن تلك الاحتيالات العلمية طلاب يعملون فى معمل مرتكبيها، وليس المراجعين (عادة علماء ذو أقدمية فى الحقل العلمى نفسه) أو المحررين أو الناشرين. إن النقطة

الرئيسية هنا هى أن ارتكاب تلك الاحتيالات، سواء فى العلوم الفيزيقية أو الاجتماعية هى حاشية فى نزعة الأفراد إلى التصرف باحتيال أكثر منها اتهامات موجهة إلى الحقول المعرفية كلها أو إلى مناهجها.

علمتنا الثلاثمائة عام الماضية أنه سوف يستمر اكتشاف المناهج الجديدة والأنواع المختلفة من المعرفة واندماجها فى تفسيرات علية مثبت صحتها. سوف تظهر آليات غير متوقعة جديدة مثل التحول الخلقى المتوالى مابعد الولادة للجينوم ومناهج جديدة مثل استخدام الوقائع المضادة وتساعد على تفسير الملاحظات وفحص الفرضيات التى بدت تتجاوز حدود الإمبريقية قبل اكتشافها. من ناحية ثانية، ربما تتجاوز الافتراضات التى طرحها الكتاب فى البداية، بأن هناك عللاً وأن الزمن أحادى الاتجاه حدود الإمبريقية أو على الأقل ليست طيعة للبرهان الإمبريقى التجريبى. إن التمايزات بين العلوم الفيزيقية/ الطبيعية والعلوم الاجتماعية يمكن أن تتآكل أكثر فى المستقبل، لكن بالنسبة للوقت الحالى يقدم كلاهما إجابات عن أسئلة مهمة. وسوف تتسم خبرة تطبيقهما دائما بنطاق واسع، بحيث يستوجب دائماً تثمين المهارات التى تقبع خلف استخدامهما وتقديرها. والأهم، لم يعد ضروريًا تجنب محاولة شرح الظواهر المعقدة، كما توصل جاليليو إلى ضرورته منذ أربعمائة عام مضت.

الاكتئاب

ذكرت فى المقدمة أننى غالبًا ما يطرح علىّ سؤال عن علة أو علل الاكتئاب. إن الإجابة المباشرة تمامًا عن هذا السؤال هو أننا لا نعرف الكثير. وعلى الرغم من الأبحاث التى أجريت لفهم الجذور البيولوجية والاجتماعية للاكتئاب والاضطراب الوجدانى ثنائى القطب أو الهوس الاكتئابى عمرها خمسون عامًا، فإن هذه المعلومات

المستخلصة يجب ترجمتها إلى نموذج تفسيرى يمكن اختباره أو توكيده أو دحضه. لدينا عديد من الأدلة وما نعرفه الآن يعود إلى نصف قرن مضى، غير أن الخبراء لم يستطيعوا حتى الاتفاق حول تعريف مصطلح " الاكتئاب"، بل الأكثر حول علله التجريبية والبيولوجية والاجتماعية. ونتيجة غياب الإجماع، هناك اختلافات حول تفسير النتائج البحثية؛ فاعلية التحليل النفسى، والعلاج الدوائى، والعلاج بالصعق الكهربائى (العلاج بالصدمة)؛ كما حول العلاقات بين البنى المستخدمة على نطاق واسع مثل السعادة، والاضطراب الوجدانى ثنائى القطبية، والفجع، والإحباط، وفتور الهمة، والاكتئاب الإكلينيكى أو الاضطراب الاكتئابى.

وبصفتى إكلينيكيًا مارس المهنة لمدة خمس وثلاثين سنة، أجد أن البيّنة على أن كلمة " اكتئاب" تتمتع بمعان متعددة مقنعة. من ناحية ثانية، قد يختلف عديد من العلماء مع هذا الاجتهاد، وسوف يحل فقط لو تم تعيين بيولوجى عدة أو كل حالات المزاج المفترضة وأظهرت أنها متمايزة نسبيًا أو متماثلة جوهريًا.

وفى سياق هذه المناقشة، سوف أفحص أربعة معانى لمصطلح اكتئاب وأقدم البينة على أن هناك آليات علية مختلفة تبطن على الأقل تلك "الأنواع" الأربعة المحتملة من الاكتئاب. ومع ذلك يمكن اعتبارها مقترحًا يحتاج إلى مزيد من الدراسة فى ضوء المعرفة المحدودة جدا والخلاف المستفحل بين الخبراء.

الحزن والإحباط خبرة إنسانية عالمية

إن الصياغة المفاهيمية الأكثر شيوعًا للاكتئاب هى: حالة عاطفية شاملة فريدة، يختلف الأفراد فيها فى " الكمية" أو الشدة فقط. ويدل هذا المعنى للاكتئاب على ما هو خبرة إنسانية عالمية: الحزن، والتعاسة، وحالة مزاجية متدنية تحصل فى مواجهة خيبة الأمل أو حدث غير مرغوب فيه أو نتيجة غير مرجوة. وبالنسبة لمعظم الناس، هذه

حالة شعورية مؤقتة تدوم ساعات أو أيامًا ولا تحول بين أداء المهام اليومية. وعلى الرغم من أنها شعور إنساني عادى وعالمي، فإنها تستمر أحيانًا إلى درجة يصبح خلالها الشخص عاجزًا عن رؤية طرق للخروج منها. سوف أشير إلى هذه الحالة من الحزن المستمر بمصطلح " إحباط demoralization". إن أول من طرح هذا المصطلح هو جيروم فرانك Jerome Frank، أحد أساتذتي، الذي شدد على " العجز عن رؤية ضوء فى نهاية النفق" بأنه الملمح الرئيسى للسبب الأكثر شيوعًا وراء سعى الناس لطلب المساعدة المتخصصة، سواء كانت المساعدة من إكلينيكى مرخص أو رجل دين أو مداوى/ معالج. قد يصاحب الإحباط صعوبة الدخول فى النوم، وفقد شهية معتدل، وصعوبة الانخراط فى النشاطات المعتادة، لكن لا يختبر الشخص معظم الأعراض الأخرى للاكتئاب الإكلينيكى أو الاضطراب- الاكتئاب الموصوفة أدناه.

وجه ٢: مستويات التحليل

إن الحزن كلى وشامل، ولهذا يجب أن يكون هناك منظومات دماغية مهيئة تبطن الاستجابة الشعورية للأحداث التى تقع للإنسان ويعيشها أو يتوقع أن تكون معاكسة. وتطرح البينة من علم النفس التجريبى ودراسات التصوير العصبى للجهاز العصبى للأفراد العاديين، ودراسات الأفراد المصابين بإصابة فى المخ وأصيبوا بالاكتئاب، إن هناك عدة منظومات متفاعلة تبطن خبرة المزاج الحزين والسعيد. وتتأثر درجة أو قوة الاستجابة الشعورية لحدث ما ليس فقط بالشدة المدركة لعامل الضغط بل بعوامل مهيئة ومكيفة مثل أحداث حياتية أخرى، والخبرات الأولى فى حياة الشخص، وخبرات سابقة مماثلة، وإمكانية توفر وإتاحة الدعم الاجتماعى، وطبع الشخص، والتوقعات الاجتماعية للجماعة والثقافة التى يعمل فيها الشخص،

والعوامل البيئية الأخرى. إن فاعلية الأشكال العديدة من التحليل النفسى، الموثق عن هؤلاء الذين يتمتعون بمكون ثقافى (علاج السلوك المعرفى والعلاج النفسى بين الأشخاص) تطرح، لكن لا تثبت، أن خطر الإصابة بالإحباط يزيد لو أن الشخص اكتسب أنماطًا فكرية معينة من " الهزيمة الذاتية". إن نقص البينة على الاستجابة إلى العلاجات الدوائية المضادة للاكتئاب يدعم الاجتهاد الذى يطرح أن هذا الشكل من الاكتئاب يختلف عن الاكتئاب الإكلينكى، لكن هذا أيضًا محل خلاف.

يتطلب وقوع حدث معجل فى هذا الشكل من الاكتئاب بما أن المزاج الحزين يُعرّف على أنه الاستجابة الشعورية لحدث سلبى مدرك أو مجموعة من الأحداث. ويتنوع إدراك الأفراد فيما يعتبرونه حدثًا سلبيًا وفى كيفية تقييم حدة عامل الضغط، ويؤثر على كليهما تأثيرًا هائلاً استخدام الشخص للمنطق *السردى*.

وفى ضوء المنظومات الدماغية المتعددة التى تنظم التعبير عن الحزن والسعادة ومعايشتهما إلى جانب تأثير المتغيرات التى تتراوح من خبرات الحياة الأولى إلى نوع الحدث وحدته وإدراك الحدث، تظهر فى النهاية الحاجة إلى مستوى ***برنامجى*** تكاملى لفهم الخبرة الشعورية اليومية. إن فرضيتى هى: سوف يظهر هذا الإحباط على أنه مماثل لحالة الحزن المختبرة كليًا غير أن آليات الشفاء المعتادة لا تعيد مزاج الشخص إلى حالته الأساسية (تختلف فى حد ذاتها من شخص إلى آخر).

وجه ١: نماذج التحليل

إن عالمية الحزن بوصفها استجابة لخيبة الأمل والاختلافات الواسعة بين الناس فيما يثير الإحباط، والنطاق العريض من شدة العرض استجابة لعامل ضاغط معين، حجة فى مواجهة النموذج العلى المقولى للإحباط، وتصب فى صالح النموذج العلى الفعال *احتماليًا*. تطورت القواعد الرياضية الاحتمالية التى تضيف الاستجابات العادية إلى

عوامل الضغط؛ فعلى سبيل المثال، يثير فقد منزل أو علاقة مأمولة على الأرجح مستوى عالٍ من الإحباط أكثر من فقد قلم حبر أو الحصول على درجة ضعيفة فى اختبار واحد، لكن هناك اختلافات عريضة بين الأفراد فى كيفية تقييم وتقدير خيبة الأمل، وفى الطبائع المزاجية مثل المرونة وفى إمكانية توفر الدعم الاجتماعى المخفف. كل هذا يؤثر على احتمالية أن يصبح الشخص محبطا.

الفجع: استجابة كلية لفقدان هائل ما

إن الفجع هو خبرة إنسانية عالمية يتبعه فترة قصيرة نسبيًا من الخَدَر، ثم فترة من الوجع الشعورى والجسدى العميق التى تظهر وتختفى، حيث يثير تذكر الفرد الميت أو الشىء المفقود مشاعر عميقة من الفقدان/ الحزن. وأخيرًا، فترة من الانحلال التى يمكن أن تستمر عدة شهور، حيث تخف معظم الأعراض تدريجيًا.

تستمر الفترة الأولى من التخدر عادة ساعات أو أيامًا. وقد يندهش الناس من أنهم لم ينزعجوا أكثر أو لم يفجعوا، ويقدروا على القيام بنشاطات مثل إعلام الآخرين بالموت وترتيب جنازة ومراسم/ احتفال بالحياة ملاءمة ثقافيًا.

تدوم " المرحلة" الثانية عادة عدة شهور وتتميز بمدى من المشاعر تشمل الغضب والحزن والاضطراب الشعورى. إنها هبوط مفاجئ إلى أعماق الحزن، ويميز هذه الخبرة الشعورية الخروج من هذه الحالة الذى يكون بسرعة مساوية للدخول فيها، وهذا واحد من الملامح المميزة لاكتئاب الفجع. وفى حين قد تدوم مشاعر الحزن لعدة أيام، عادة ما يهيمن هذا التأرجح فى الشعور. ويشيع صعوبة الدخول فى النوم/ النعاس، خصوصًا فى بداية هذه المرحلة. وقد تنقص الشهية وتؤدى إلى فقد الوزن قليلاً، وتشيع أفكار التأنيب أو اللوم التى تحمل عنصرًا ما من الحقيقة (على سبيل المثال: " لو كنت صممت على أن يرى والدى الطبيب حين قال لى أول مرة: إنه

يشعر بألم فى بطنه، ربما كانوا شخصوا السرطان مبكرًا"). يقل اهتمام بعض الأشخاص بالنشاطات الممتعة، لكن يذكر معظم الأفراد أن مستوى المتعة والثقة بالنفس لديهم عادى فى الفترة التى تقع بين نوبات الاضطراب الشعورى.

لا تتسم الفترة الثالثة بتعريف عند مستوى الزمن والأعراض. وتختفى عادة مشاعر الضيق والأعراض الجسدية أو الخمول من صعوبة النعاس والطاقة المتضائلة والنشاط المعدوم، لكن قد يحدث مع ذلك اضطراب شعورى مفاجئ حين يتذكر الشخص المتوفى، وقد تستمر لعدة سنوات فى الحقيقى. لذلك، ليس هناك "نهاية" محددة للفجع. ومع ذلك، تختفى مشاعر الحزن، لدى بعض الأفراد، بعد ستة شهور أو عام، حيث يصف عديد عند تلك المرحلة العودة إلى مزاجهم الأصلى واستعادة طاقتهم المعتادة النموذجية ونظرتهم للحياة التى اعتادوا عليها طوال حياتهم قبل ذلك.

إن ما يميز، إذن، اكتئاب الفجع عن الأشكال الأخرى من الحزن هو هذا المسار المتميز (تسلسل مراحل التخدر واضطراب المشاعر التى تشمل الحزن والانحلال خلال عدة شهور) والانتقال بين الحزن المفاجئ والعميق حين يتذكر الشخص المتوفى وفترات المزاج العادى نسبيًا. ولايتسم اكتئاب الإحباط بهذا المسار أو التأرجحات الحادة، حتى على الرغم من إمكانية أن يصاب الأفراد بالإحباط لأسابيع أو شهور. ففى الاكتئاب الإكلينيكى أو الاضطراب الاكتئابى، يتبع تأرجحات المزاج نمطًا منتظمًا وتيريا وقابلاً للتنبؤ أكثر؛ أحدها أن يصبح المزاج سيئًا فى وقت معين كل يوم. قد تتسم حالات المزاج التى تصاحب اضطراب الشخصية بالتأرجح السريع لكنها تدوم مدى الحياة، فى حين يثير حالات المزاج المتأرجح فى الفجع الفقدان ولا تستمر مدى الحياة.

إن الفجع عالمى، لكن الثقافة هى التى تصيغ أشكال التعبير عنه. فعلى سبيل المثال، إن التعبير العام/ العلنى عن العاطفة بين صفوف النافاجوNavajo نادر جدًا ويعتبر غير مقبول فى حين تنظر عديد من الثقافات الإسلامية إلى إظهار الفجع أنه علامة على أهمية العلاقة مع المتوفى.

وجه ٢: مستويات التحليل

تطرح الطبيعة العالمية للفجع والنمط المتسلسل نسبيًا لمساره أنه وجه من وجوه الحياة " مبرمج" فى المخ، وأن البشر *مهيأون* عالميًا لتجربته ومعايشته. إن الفقدان حدث *معجل*. ويطرح المسار التسلسلى على شكل مراحل أن هناك وجهًا *برنامجيًا* متأصلاً يوجه الخبرة الشعورية. إذ إن الفجع على المستوى *الغائى* من التحليل هو تجربة/ خبرة مشتركة، وقد يكون تم انتخابها جينيًا لأنها تعزز أو كانت نمو التآزر الجماعى فى الوقت الذى أصبح فيه تقسيم العمل فى الزراعة والصيد مفيدًا للبقاء على قيد الحياة. وقد يكون كذلك تجليًا للروابط والصلات الشعورية التى تبطن تنشئة الأطفال ورعاية الأقارب؛ وهى، فى هذا السياق، نمو لأى ما يبطن نظرية انتخاب القرابة.

وجه ١: نموذج التحليل

يبنى هذا الوصف مفهوم الفجع على أنه حالة *مقولية* بسبب نمطه الوتيرى وارتباطه بمجموعة محددة من العوامل المعجلة مثل الموت أو فقدان المحبوب. يدعم كذلك وجود الأنماط المتوقعة داخل ثقافة ما والتنوع العريض بين الثقافات تصور أن الطبيعة الجوهرية متأصلة أو مدمجة، وكذلك فريدة مقوليًا لكن تنشأ تلك الطقوس لدعم من يختبرها.

وجـه ٢: المنطـق (الاقترابـات الثلاثـة: الإمبريقـى والإكليريكـى والتقمصى)

وفى حين تدعم البينة الإمبريقية *العالمية/ الكلية* والتشكيل الثقافى المهم للفجع، يستخدم فهم معنى الفقدان المنطق *التقمصى/ السردى*. يبرهن التشكيل القوى لخبرة الفجع الذى تقوم به الأعراف الثقافية أهمية الفجع للخبرة الإنسانية والطبيعة المركزية للعلاقات مع البشر الآخرين بالنسبة لحيواتنا.

الاكتئاب الإكلينيكى/ الاضطراب الاكتئابى

أصـاب الاكتئـاب الإكلينيكـى أو الاضـطراب الاكتئـابى البـشرية لآلاف السنوات. إذ يشير إليه اليونانيون القدماء بـ " المنخوليا"، ويأتى وصف أبقـراط منـذ ٢٥٠٠ عام له غير مميز له عن الاضطراب كما هو معاش اليـوم. هنـاك ثلاثـة عنـاصر رئيسية للاكتئاب الإكلينيكى: تغير فى المزاج، وتغير فى الثقـة بـالنفس ومجموعـة مـن التغيرات فى الوظيفة الجسدية.

يوصف تغـير المـزاج وصـفًا متنوعًـا بأنـه حـزن وشـجن أو اغـتمام، لكـن لا يختبر/ يعيش ثلث الناس هذا التغير فى المزاج على أنه حـزن ويـصرون بعنـد فى بعـض الأحيان على أنهم " ليسوا مكتئبين". يمكن فهم هذا جيدًا من خـلال هـذا الاقتبـاس من السيرة الذاتية لويليان ستيرون William Styron عن اكتئابه الإكلينيكـى بعنـوان *الظلام المرئى* Darkness Visible، وهو عنـوان مـأخوذ مـن كتـاب روبـرت برتـون Robert Burton فى القرن السابع عشر الذى يحمـل عنـوان *تـشريح المنخوليـا* ***The Anatomy of Melancholy***:" حين أدركت أول مرة أن المـرض أنهكنـى، شـعرت بالحاجة، من بين احتياجات أخـرى، إلى تـسجيل احتجـاج قـوى فى مواجهـة كلمـة " اكتئاب". إن ما يتضح من وصف ستيرون هو أنه كان يختبر شـيئًا مـا " أنهكـه" أى

تغلب عليه واختلف عن أى حالة أخرى معتادة عاشها. هذا يقبض على عنصر أو عنصرين يمايزان هذه المشاعر عن حزن الإحباط. الأول هو أن الناس الذين يعانون من الاكتئاب الإكلينيكى عادة يشعرون بأنه وقعوا فى فخ أو أسر تغير ثابت أو دائم فى حالتهم الشعورية، حيث يدركون أنها تمايز عن الخبرة المعتادة للمزاج (أتوقع أن هذا هو سبب خبرة عديد من الأفراد وقولهم إنها تختلف عن الحزن اليومى). الثانى، يصاحب الاكتئاب الإكلينيكى تضاؤل أو فقد القدرة على الاستمتاع والشعور باللذة من ممارسة النشاطات الممتعة المعتادة مثل القراءة والحديث مع الأصدقاء والمشاركة فى النشاطات الرياضية أو رؤية الأحفاد. تهيمن حالة الشعور المتغير للاكتئاب الإكلينيكى على كثير من اليوم إن لم يكن كله، وعادة تسوء فى الوقت نفسه من كل يوم (يشار إليها بـ " التغير اليومى") ولا تتأثر نسبيًا بالأحداث الخارجية سواء كانت سلبية أم إيجابية.

إن الملمح الثانى من الاكتئاب الإكلينيكى هو انخفاض الحس المعتاد للشخص بالثقة بنفسه أو جدوى ذاته. وهذا تغير مهم بالنسبة للشخص عن ما هو معتاد عليه ويلاحظه عامة. وغالبا، يعزو الشخص التغير إلى سبب أو حدث، إذ يجعله يبدو مقبولاً ظاهريًا، لكن المسألة الرئيسية هى هذا التضاؤل الذى يختبره الشخص فى إحساسه بالجدوى الذاتية.

يتكون العنصر الثالث من الاكتئاب الإكلينيكى من مجموعة من الأعراض الجسدية التى تشمل انخفاض الطاقة ونقص التركيز وفقد الشهية ونقص الوزن والنوم المضطرب، حيث يظل الشخص قادرًا على الدخول فى النوم، لكن يعانى الأرق فى منتصف الليل والاستيقاظ مبكرًا وانتعاش أقل من المعتاد. ويصف عديد من الناس شعورهم "باختلاف ما" جسديًا ما مقارنة بالمعتاد، وهو شعور من الصعب أن يحدده عديد من الناس بدقة أكبر ويبدو أنه ما كان يقوله ستيرون.

يتمايز الاكتئاب الإكلينيكى عن الإحباط بهذا الثالوث المميز للتغير فى المزاج وانخفاض الثقة فى النفس وأعراض الخمول الجسدية واستمرارها (إن الاعتقاد السائد حاليًا هو أنها تتطلب مدة من أسبوعين على الأقل، لكن تستمر النوبات الاعتيادية لعدة شهور إذا لم تعالج). فى الإحباط، تشتمل مشكلات النوم الأكثر شيوعا النوم أكثر من الاستيقاظ مبكرًا، ولا يفقد الشخص قدرته الحصول على اللذة من ممارسة النشاطات الممتعة المعتادة. ويتمايز الاكتئاب الإكلينيكى عن الفجع بتأرجحات الفجع غير المنتظمة فى الشعور والنمط التسلسلى خلال شهور من التخدر، والاضطراب الشعورى والانحلال (الأعراض تدريجيًا). ويتمايز عن الشخصية الاكتئابية بأن تلك الأخيرة تتسم باكتئاب مدى الحياة مقابل الدورية (نوبات من الثالوث الاكتئابى التى تقطع فترات أطول من المزاج المعتاد أو "العادى") فى الاكتئاب الإكلينيكى.

تُعرَف عوامل الضغط أحيانًا على أنها تسبق نوبة الاكتئاب الإكلينيكى، على الرغم من أنه صعب تعيين ما إذا " العامل "المعجل" نتيجة أعراض مبكرة فى الحقيقة أم لا؛ فعلى سبيل المثال، الطاقة المنخفضة التى تؤدى إلى إغفال موعد يترتب عليه عواقب معاكسة. ومع ذلك، تطرح الدراسات علاقة ضعيفة لكنها إيجابية بين الضغط/ الإجهاد وتطور الاكتئاب الإكلينيكى. وبما أنه قد يوجد أو لا يوجد عامل ضغط ما أو عامل معجل ما مفترض فى الاكتئاب الإكلينيكى لكنه يوجد دائمًا فى الإحباط، فإن **وجود** عامل ضغط ما ليس مفيدًا فى تصنيف اكتئاب الشخص إحباطًا أم اكتئابًا اكلينيكا، لكن، *نقص* العامل المعجل يرجح الاكتئاب الإكلينيكى أكثر.

وجه ١: نماذج

إن وجود الثالوث المميز للإعراض الذى يتماثل عبر الثقافات المختلفة المتعددة، الذى يحصل لفترة زمنية محدودة خلال حياة الشخص، واستقر لمدة ٢٥٠٠ عام تقريبًا- هذا الوجود يدعم الاجتهاد الذى يطرح أنه شرط *مقولى* وأن علته أو علله

سوف تتعلق بالتغير المقولى فى منظومة التحكم بالمزاج. وبما أن معرفتنا بهذه المنظومة بدائية، فليس لدينا أساس نتفكر انطلاقًا منه فى ما التغيرات المحددة وكيف تختلف عن تلك التى قد تبطن حالات المزاج الأخرى، لكن هذه الصيغة تطرح أنه سوف يكون تغيرًا نوعيًا فى الوظيفة أكثر منه تغيرًا فى الدرجة، كما هو متنبأ فى الإحباط.

تطرح الدراسات التى أجريت عن التوائم أن ٥٠-٦٠ بالمائة من خطر الإصابة بالاكتئاب الإكلينيكى جينى: خطر إصابة كل من التوأم بالاضطراب يبلغ ٥٠-٦٠ بالمائة لو أنهما توأم زيجوت واحد أو توأم متطابق، فى حين تبلغ ١٠-١٥ بالمائة لو أنهما ثنائى الزيجوت أو " أخوين"، ويتماثل الرجحان إذ يُصاب أحد الأخوين بالاكتئاب الإكلينيكى إذا كان أصاب أخًا آخر أو أحد الوالدين. لم يتم تعريف شذوذ جينى وحيد يفسر هذا الخطر، بل هناك عدد من الجينات المختلفة المنخرطة فى هذا. ومن غير المعروف ما إذا كانت تؤدى عوامل خطر الإصابة بالاضطراب تلك فى النهاية إلى سبيل على وحيد أم تحث الاكتئاب عن طريق آليات متعددة، ولاتزال تحت دراسة مكثفة.

يقال عادة: إن الاكتئاب " كيميائى حيوى" لأن العلاجات الدوائية المضادة للاكتئاب أكثر فعالية من العلاج المموه فى معالجة الاكتئاب الإكلينيكى الحاد والمعتدل. وجدير بالذكر، مع ذلك، أن مزيج العلاجات الدوائية والتحليل النفسى أكثر فعالية من العلاجات الدوائية وحدها. وبما أن الأدوية التى أثبتت فعالية فى معالجة الاكتئاب الإكلينيكى تؤثر على مستويات العناصر الكيمائية السيروتونين ونورابنفرين ودوبامين وربما إسيتيل كولين[1]، هناك نظرية مُحققة تطرح أن الشذوذات فى واحدة أو عدة منظومات دماغية التى تستخدم ناقلات الإشارات العصبية تلك تالفة. من ناحية ثانية، لم يعثر على تغير متناسق فى الناس الذين يعانون من الاكتئاب.

---

(1) serotonin, norepinephrine, dopamine, acetylcholine.

تؤثر العلاجات الدوائية مضادات الاكتئاب على مستويات عدد من المواد الكيميائية الأخرى والبعض يستحث تغيرات أخرى، بما فيها تكوين خلايا مخية جديدة، لهذا من الممكن أننا لم نكتشف بعد الآلية التى تحسن بها الاكتئاب. هناك اكتشاف مضاد للوقائع هو أن الأدوية التى تخدر وتقلل القلق، مثل باربتيورات والكحول والبينزوديازبين (الفاليوم والزانكس والإتيفان)[1] تعمل على ناقلات الإشارات العصبية التى تتصل بحمض الجاما-أمينوبيوتيريك المركب GABA عوضًا عن تلك التى تتأثر بمضادات الاكتئاب، وهو الاكتشاف الذى يطرح أن الاكتئاب ليس تلفًا عاما لكل المنظومات الدماغية ولا واصفًا لكل الحالات الشعورية السلبية. من ناحية ثانية، القلق هو عرض شائع فى الاكتئاب الإكلينيكى وتشير الدراسات الجينية الحديثة وفى علم العقاقير إلى دور محتمل لمنظومة حمض الجاما – أمينوبيوتيريك.

ومن المثير للاهتمام أن هناك اختلافات فى التصوير بالرنين المغناطيسى للدماغ الوظيفى بين الأفراد المكتئبين وغير المكتئبين، وهذا يحصل فى المناطق الدماغية نفسها أو المماثلة سواء كان المحث لتحسن المزاج علاجات دوائية مضادة للاكتئاب أو علاجات مموهة. هذا يطرح أن هناك تغيرًا مقوليًا يحصل حين يتحسن المزاج ويمكن تفسيره على أنه يعنى أن أيا ما كان يعيد المنظومة إلى حالتها الأولى، الوقت أو العلاج أو التحليل النفسى أو العلاج بالصعق الكهربائى أو التمارين الرياضية الجسدية أو تحفيز دماغى عميق، يؤدى إلى استعادة المنظومة المزاجية الوظيفية العادية. وكما ذكر فى وقت سابق، يبلغ الناس الذين يصابون بالاكتئاب عن أحداث حياتية معاكسة أكثر فى الفترة الزمنية التى تسبق انطلاق/ بدء نوبة الاكتئاب الإكلينيكى أكثر من المجموعات المقارنة غير المكتئبة. وفى حين أن اتجاه العلية محل درس/ بحث، فمن المقبول ظاهريًا بالتأكيد أن العوامل الجينية أو المهيئة فى بداية حياة الشخص تجعل

(1) barbiturates, alcohol, benzodiazepines (Valium, Xanax, and Ativan).

البعض عرضة للاختلال المقولى فى منظومة التحكم بالمزاج. وبالمثل، فمن المقبول ظاهريًا أن تلعب خصائص مثل المرونة دورًا وقائيًا. ينقصنا البينة على تلك الفرضيات.

تقودنى عديد من خيوط البينة إلى توقع العثور على نموذج ناشئ يفسر المظهر المقولى للاكتئاب الإكلينيكى. إذ إن الاختلافات بين الاكتئاب الإكلينيكى والإحباط ليست تغيرات أولية فى الدرجة؛ لا يظهر فى الإحباط نقص القدرة على الشعور باللذة وتضاؤل الثقة بالنفس والتغيرات فى نمط النوم المميزة والخاصية اليومية التى تسم تغيرات المزاج المميزة للاكتئاب الإكلينيكى. وفى ضوء رجحان أن المنظومة المزاجية نفسها تشترك فى كل من الإحباط والاكتئاب الإكلينيكى (واحتمال فى الفجع والسمات الاكتئابية المزاجية، كما سوف يرد فى القسم التالى)، أعتقد أن البينة تفضل نموذجًا عليًا تنعدم فيه الاستجابة الطبيعية لمنظومة المزاج تجاه أحداث الحياة أو أنها تبدلت تبدلاً هائلاً (نوعيًا) فى الاكتئاب الإكلينيكى، فى حين أنها تغيرت إلى درجة احتمالية فى الإحباط. إن هذا كما هو واضح توقع، ويحتاج إلى دراسات إمبريقية لاختباره.

وجه ٣: المنطق (الاقترابات الثلاثة: الإمبريقية والإكليريكية والتقمصية)

تطورت عديد من النقاط البيانية التى ناقشتها الأقسام السابقة باستخدام المناهج *الإمبريقية*. إن التعريف النهائى لعلل الاكتئاب وتعيين ما إذا أى مخطط مقترح مثل الذى قدمته هنا صحيح التطبيق أم لا يعتمد على دراسات تفحص الفرضيات القابلة للاختبار وللدحض جزئيًا على الأقل. من ناحية ثانية، سوف يوظف دائمًا المنطق *التقمصى* لربط العوامل المعجلة بالإحباط والفجع والكرب، ومن الممكن

بالاكتئاب الإكلينيكى، بما أن العامل المعجل يتنوع تنوعًا عريضًا بين الناس. يمكن استخدام المنطق التقمصى كذلك لفحص سؤال العلاقة بين حدة عامل الضغط ورجحان أن يصبح الشخص محبطًا، لكنه يظل تحديًا تجنب الاستدلال الدائرى (حدث ما هو عامل ضغط أعظم لأنه يستحث حزنًا أكبر مقابل درجة أعظم من الحزن التى تستحث تغيرًا دماغيًا أكبر).

وجه ٢: مستويات التحليل (المسلمات الأربع)

يبدو أن عديدًا من العوامل المعرفة أعلاه على أنها تزيد من خطر الإصابة بالاكتئاب الإكلينيكى تعمل بوصفها عوامل *مهيئة* للمرض بما أن الأفراد الذين يتسمون بتلك الخصائص أو الخبرات، التى تشمل عوامل خطر الإصابة الجينية والظروف الحياتية المبكرة المعاكسة وعوامل الضغط الحديثة لا تطور اكتئابًا كبيرًا. إن كثيرًا من العلاجات الدوائية والهرمونات والمخدرات (تشمل سترويد وتيستوستيرون والعلاجات المضادة لارتفاع ضغط الدم مثل الريسبرين والالفامثيلدوبا والكحول والكوكايين) يمكن أن تكون سببًا معجلاً للإصابة بالاكتئاب الإكلينيكى. ترتبط بعض الحالات الطبية بزيادة خطر الإصابة بالاكتئاب الإكلينيكى، وليس هناك فى عديد منها علاقة بين شدة المرض وحدوث الاكتئاب. تشمل تلك الحالات الطبية أمراض الدماغ مثل مرض باركنسون وتصلب الشرايين المتعدد وأمراض القلب الوعائية وسكرى البول. يرتبط الاكتئاب بسرطان البنكرياس وأنواع من سرطان الرئة، وفى بعض الأحيان يلاحظ الاكتئاب قبل ملاحظة الأعراض الجسدية التى تبطن المرض وتشخيصه. وهذا يدعم فكرة أن تلك الأمراض تحث الاكتئاب من خلال آلية رسولية هرمونية أو كيميائية.

الاكتئاب خاصية شخصية

إن الاستخدام الأخير لمصطلح الاكتئاب يشير إلى الحالة الشعورية العادية أو المستمرة مدى الحياة للشخص. فالرجحان بأن شخصًا ما سوف يفسر تفسيرًا متشائمًا أو متفائلا موقف ما؛ أو سوف يتفاعل مع عامل ضغط ما بأسلوب غير عاطفى ومحكم السيطرة أو أسلوب عاطفى درامى؛ أو سوف يتفاعل مع التغير بأسلوب متدرج أو شامل كلى- كلها خصائص ***عالمية*** تتشارك البشرية كلها فيها، وتصبح أوجهًا مميزة ومستقرة لكل فرد مع سنوات المراهقة. إذن يمكن تصور النزوع المستمر مدى الحياة لدى شخص إلى أن يكون غير سعيد على أنه وجه جوهرى من كينونة الشخص، أى شخصيته. فى إطار هذا المعنى لمصطلح " اكتئاب" يمكن وصف كل شخص بأنه يتمتع بدرجة ما تتراوح من رجحان عالٍ جدًا بالشعور بالتعاسة إلى رجحان منخفض جدًا. وكما هو الحال مع السمات العالمية المشتركة كلها، يتوزع هذا الرجحان فى السكان بنمط عادى أو جرسى المنحنى، مثل أن بعض الناس يتمتعون بنزعات تدوم مدى الحياة إلى التشاؤم ورؤية السلبى بدلاً عن الإيجابى، ويصفون أنفسهم بالشعور بلذة صغيرة جدًا فى استجابتهم لأحداث يدركها عديد من الناس على أنها تستحث الإيجابية والسعادة. ويشير هذا المعنى لكلمة اكتئاب، إذن، إلى مجموعة مزاجية من الخصائص تدوم مدى الحياة.

وجه ١: نماذج

إن هذا، بطبيعته خاصية عالمية تتبع النموذج المهيأ للعلة، وإن هذا يعنى، سوف يؤثر "مكان" الشخص فى التوزيع العادى على استجابته لموقف ما أو عامل ضغط ما. يزيد المزاج الاكتئابى لدى الشخص رجحان أن يشعر بالتعاسة أو درجة أكبر من التعاسة تجاه عامل ضغط معين؛ لكنه لا يعين على الإطلاق استجابته. ويتفاعل عامل

الضغط المعجل مع النزعة الموجودة قبلا إلى تعيين ما المزاج الناتج. هكذا، إن النزعة إلى الإحباط يتأثر بالمزاج فى نمط على، لكن تلعب المتغيرات العديدة الأخرى الموصوفة تحت الإحباط دورًا إضافيًا.

أفكار أخيرة عن الاكتئاب

من المرجح بنسبة عالية، أن هناك شبكة مبذورة، على الرغم من أنه لم يتم إثبات هذا أو رسمها، من المنظومات الدماغية تبطن ما نشير إليه بالمزاج. وتتمتع هذه المنظمة بعقد متعددة تدمج المدخلات والمخرجات وتنظم مشاعر السعادة والحزن والقلق والتوتر والغضب واللذة والألم؛ وترتبط بمنظومات تبطن النوم والطاقة والمبادرة وتقييم الخطر والمعرفة والانتباه والتركيز. تتمتع منظومة هائلة مثل هذه على الأرجح بوحدات من الوفرة والتعويض مدمجة بها تبطن المرونة. فلو أن هذا هو الحال، قد تعكس " المعانى" المتعددة المقترحة للاكتئاب خللاً وظيفيًا فى وحدات متنوعة ومجموعات من الوحدات (منظومات فرعية) فى هذه الشبكة المبذورة، وأفضل فهم للأنواع المتنوعة من الاكتئاب على أنها تنبثق من الطبيعة *البرنامجية* لمنظومة المزاج.

إن التفكيك البيولوجى منظومة معقدة هائلة ويمثل هذا تحديًا كبيرًا، وربما هذا هو السبب فى أن محاولات فهم بيولوجيتها نجم عنها حتى الآن نتائج محدودة. ويبدو معقولا ظاهريا أن منظومة مثلها سوف تتسم بالخصائص التالية التى عرفها كيتانو Kitano:

١- *العوامل المتحكمة فى المنظومة*، والتى تشمل عوامل التغذية الأمامية المتحكمة، حيث يطلق مثيرًا معينًا سلسلة من الخطوات المتصلة ترتبط بمنظومات تنخرط فى أفعال مختلفة مثل اللذة، وعدم الشعور بالراحة والمعرفة وآليات التغذية الارتجاعية التى تحافظ على المنظومة (الشخصية

المزاجية/ الاكتئابية)، لكن ما أن يصيبها الاضطراب لن تسمح بعد ذلك بالضبط الطبيعى للمزاج، مما ينتج الاكتئاب الإكلينيكى.

٢- الوفرة، تمثيل المنظومة ذاتها على فصى المخ.

٣- الاستقرار البنيوى، أى السبل المتعددة التى تنظم الاستجابة (المزاج) وتزيد من رجحان أن يستطيع أن يكرر الشخص (التعلم) استجابات تزيد من الاستجابات التكيفية إلى أقصاها من أجل أن يعمل بكفاءة فى مواجهة الظروف المعاكسة (المرونة).

٤- تصميم الوحدة الذى يسمح للشخص أن يعمل بكفاءة فى مواجهة الظروف المزعجة جدًا عن طريق إحاطة الخلل الوظيفى (كما فى الفجع)، وتشمل المنظومات الفرعية التى تزيد من رجحان الاستجابة النفعية (المرونة) وتحدد الآثار المعاكسة (نطاق المنظومة) ونتائج الاكتئاب وتقدم مدخلات من وحدات أخرى تبطن استجابات الضبط مثل المعرفة والاستجابة نحو الضغط واللذة والسعى وراء المكافأة والسيطرة على الدوافع الغريزية المتأصلة مثل: الأكل والنوم والتناسل.

فى هذا النموذج العلى البرنامجى المقترح للاكتئاب، قد يكون الاكتئاب الإكلينيكى نتيجة خلل وحدات متعددة، حيث تفقد عديد من الوحدات الاستجابة أو تقل استجابتها لأليتى التغذية الأمامية والارتجعاية، مما تسبب خللاً فى نمط ناشئ. وقد تعكس الشخصية الاكتئابية نقاط بداية مستقرة للمنظومات المتعددة؛ وقد يعكس الإحباط تنظيماً منخفضًا لمنظومة واحدة أو عدد صغير من المنظومات التى تنظم الاستجابة الشعورية لكنه ليس خللاً وظيفيًا مقوليًا فى المنظومات المتعددة المرتبطة. وقد ينتج الفجع عن مجموعة من الوحدات التى ترتبط معًا فى نمط مبرمج مقدما للاستجابة إلى مجموعة محددة من المثيرات. إذن قد يكون الاكتئاب الإكلينيكى خللاً

مقوليًا/ ناشئًا فى منظومات متعددة؛ والشخصية الاكتئابية نقطة بداية/ توازن لسلسلة من الوحدات والمنظومات الفرعية التى تعمل بطريقة مهيئة؛ والفجع استجابة متعددة الوحدات محددة مسبقًا لفقدان هائل، والإحباط وظيفة متضائلة لوحدات تنظم الاستجابة الشعورية والمرونة.

قد يبدو أن مناقشة علة أو علل الاكتئاب سابق لأوانه دون تحقق الإجماع بين صفوف الخبراء حول كيفية بناء مفهوم الاكتئاب. من ناحية ثانية، يكمل اقترابا القمة-القاعدة والقاعدة-القمة أحدهما الآخر كما ذكر بى. دابليو. أندرسون منذ أربعين عاما مضت. إن إحدى السبل لاكتشاف الآليات العلية للاكتئاب هى البدء بحالات المزاج العادية والشاذة ومحاولة فهم أساسياتها البيولوجية، لكن نحتاج كذلك إلى دراسات أساسية عن كيف يعمل المخ عند المستوى الجزيئى والخلوى والعصبى ومتعدد الخلايا، وكيف تتأثر تلك الوحدات البيولوجية بالتغيرات فى وظيفة الجين ومستويات هرمون الضغط ... إلخ. وهناك ضرورة لمعرفة كيف تتعدد المنظومات الأخرى التى تنخرط على الأرجح فى الاكتئاب مثل المعرفة (تتكون منظومة المعرفة فى حد ذاتها من منظومات منظمة متفاعلة متعددة) والألم والتعلم، لفهم العوامل التى لا تحصى والتى تبطن أسباب المزاج المكتئب وتعبيره. إن تبرير مناقشة النماذج الأولية/ التمهيدية قبل التوصل إلى/ اكتساب معرفة أكبر عن مسائل القمة-القاعدة والقاعدة-القمة هو أن تلك المقترحات مثل هذا يولد فرضيات قابلة للاختبار. وكما ذكر فى الفصل الخامس، قد يعوق العدد الضخم من مكونات منظومة المزاج والدرجة الهائلة من التنوع الفردى تحقق نموذجًا تفسيريًا كاملا نهائيا، وقد لا تسمح التضمينات الاحتمالية للتنوع الفردى بتنبؤ مؤكد عند مستوى الفرد.

إن المبرر الثانى لتوليد نماذج ممكنة من منظومة المزاج يتصل بالأساس السردى/ التقمصى لسؤال " لماذا أنا مكتئب؟" يثار السؤال بسبب إبهام حالات المزاج

والاستجابات، ومن الطبيعة المتأصلة فى الدماغ البشرى بالبحث عن العلة. وهناك أسس إمبريقية لطرح إجابة أولية لكن، كحال كل السرديات، سوف تؤثر وجهة نظر المجيب عن السؤال على المقترح. وبصفتى إكلينكيا، أشعر أن إجابة السؤال بأفضل ما أستطيع لكن مع تقديمها على أنها تمهيدية/ أولية تتناول كل من رغبة الناس فى معرفة لماذا يحدث شيء ما بينما تدل على أنه ليس هناك إجابة صحيحة مطلقة أو وحيدة. هذا هو السلاح ذو حدين الذى يسم النزعة الإنسانية المتأصلة فى السعى وراء العلل. من السهل العثور أو التوصل إلى سرديات لكن يمكن أن تكون مؤذية ومساعدة كذلك. ولن تكافئ السرديات أبدًا الوقائع المتولدة علميا، لكن الاستدلال العلى السردى يقدم إجابات لا يمكن التوصل إليها عن طريق المناهج الإمبريقية على الأقل فى الوقت الحالى. وأعتقد أن كلاً من الاقترابات السردية والإمبريقية سوف تكون ضرورية دائمًا عند السعى وراء العلة عند مستوى الفرد بسبب العجز المتأصل فى معرفة كل *واقعة* عن منظومة معقدة مثل المزاج، وهو نسخة بغيضة من مبدأ اللايقين لهايزنبرج ومبرهنات عدم الاكتمال لجودل.

إن أحد افتراضات هذا الكتاب هو أن فهم المناهج المستخدمة والاعتراف بها يمكن أن يحققا تقدما فى مناقشة الموضوعات المعقدة مثل أسس العدوانية الإنسانية؛ إذ إن هذا لا يحل مشكلة التعقيد، وهى معقدة فى حد ذاتها، لكنه مقترح على أنه مقابل للنماذج التبسيطية تبسيطًا مبالغًا فيه وعلى أنه طريقة لتبنى وتقدير قوى والحدود القصوى للأنواع المختلفة جدًا من المعلومات والمناهج المختلفة جدًا من البيانات المجمعة. إنه يقدم إطارًا يدمج عمل عديد من العلماء الذين تناولوا أسئلة عن كيف تتراكم المعرفة ويقترح لغة تدمج اكتشافاتهم، ومحاولة لترسيخ الشمولية والتعددية وليس الانتقائية وهو إطار خاضع للنقد.

إن تسمية العوامل المختلفة بـ "مقولية" و"مهيئة" و"إمبريقية" ليس دليلاً على نفعيتها. وما حاولت أن أظهره فى هذا الفصل أن تعريف صلات السرديات وبنيتها سهل؛ إذ يبرهن على أنها علية وأن الأكثر صعوبة هو تعريف كيف تساهم عليّا. تتضاعف هذه الصعوبة حين تدرس موضوعات معقدة ومتعددة العوامل مثل العنف والاكتئاب. وبما أن عوامل وموصفات متنوعة مثل مستوى التيستوستيرون أو التمييز بناء على عوامل جسدية أو اجتماعية أو اقتصادية أو جغرافية؛ أو هوية الجماعة يمكن تعريفها بأنها متصلة بمستويات العنف، ويمكن أن يبدو مهيبًا إن لم يكن مستحيلاً تكامل وجهة نظر شاملة أو على الأقل مركبة، تدمج كل هذا النطاق المفاهيمى والوقائعى العريض. وآمل أن يقدم النموذج ثلاثى الأوجه بينة تسلط الضوء على قوى عديدة من الأدوات الفكرية الضرورية لتفسير " سببية الأشياء".

المراجع

Aristotle. *Physics*. Quotation at book 2, part 3, 194b16.

Burns, P. C., R. C. Ewing, and A. Navrotsky. 2012. "Nuclear Fuel in a Reactor Accident." *Science* 335: 1184–1187. Describes what happens during the meltdown of a nuclear reactor core.

Clery, D. 2011. "Current Designs Address Problems in Fukushima Reactors." *Science* 331: 1506.

Perrow, C. 1984. *Normal Accidents*. New York: Harper Collins.

Wald, M. L. 2004. "In Big Blackout, Hindsight Is Not 20/20." *New York Times* (May 13).

——. 2012. "Combination of Errors Led to Power Loss in San Diego." *New York Times* (May 2).

Chapter 1

Aristotle. 1991. *The Metaphysics*. Trans. J. McMahon. Amherst, N.Y.: Prometheus.

Barrow, J. D. 1998. *Impossibility*. New York: Oxford University Press. Traces the history of science and identifies the limits and strengths of the scientific method.

Butterfield, J., ed. 1999. *The Arguments of Time*. New York: Oxford University Press.

Casti, J. L. 2001. "Formally Speaking." *Nature* 411: 527.

Coveney, P., and R. Highfield. 1990. *The Arrow of Time*. New York: Ballantine.

Ekeland, I. 2006. *The Best of All Possible Worlds*. Chicago: University of Chicago Press. Tackles the ultimate question of cause, "Why is the universe the way it is?" Discusses the irreversibility of time at the macroscopic level.

Gazzaniga, M. S. 1985. *The Social Brain: Discovering the Networks of the Mind*. New York: Basic Books.

Geertz, C. 1983. *Local Knowledge*. New York: Basic Books. A classic discussion of the relativity of knowledge.

Gould, S. J. 1987. *Time's Arrow, Time's Cycle*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Le Poidevin, R., and M. MacBeath, eds. 1993. *The Philosophy of Time*. New York: Oxford University Press.

McHugh, P. R., and P. Slavney. 1998. *The Perspectives of Psychiatry*. 2nd ed. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.

Notturno, M. A., ed. 1994. *Karl Popper, Knowledge, and the Body-Mind Problem*. New York: Routledge.

Nozick, R. 2001. *Invariances: The Structure of the Objective World*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. Claims that truth is relative to space and time.

Palmer, L., and G. Lynch. 2010. "A Kantian View of Space." *Science* 328: 1487–1488. Reviews the evidence, including Wills et al. (2010), demonstrating that the brain system used by a rat to locate itself in space is an "*a priori* pure form," that is, exists in the brain before the rat uses experience to learn where it is. Supports Kant's claim of preexisting models of cognition, relevant here regarding his notion of causality as an innate construct.

Plotnitsky, A. 1994. *Complementarity*. Durham, N.C.: Duke University Press.

Polyn, S. M., et al. 2005. "Category-Specific Cortical Activity Precedes Retrieval During Memory Search." *Science* 310: 1963–1966. Support for the notion of innate causality.

Popper, K. 2002. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Taylor & Francis.

Taylor, C. C. W., R. M. Hare, and J. Barnes. 1999. *Greek Philosophers: Socrates, Plato, Aristotle*. Oxford: Oxford University Press.

Trusted, J. 1991. *Physics and Metaphysics: Theories of Space and Time*. New York: Routledge. A readable history of the concept of time in philosophy and science.

Wills, T. J., et al. 2010. "Development of the Hippocampal Cognitive Map

in Preweanling Rats." *Science* 328: 1573–1576. Support for the notion of innate causality.

Vico, G. 1999. *New Science*. 3rd ed. New York: Penguin.

Chapter 2

Achlioptas, D., R. M. D'Souza, and J. Spencer. 2009. "Explosive Percolation in Random Networks." *Science* 323: 1453–1457. Demonstrates that a small addition in the connectivity of edge nodes in a very large system can lead to a sudden change mimicking categorical change.

Aristotle. 1991. *The Metaphysics*. Trans. J. McMahon. Amherst, N.Y.: Prometheus.

Korner, S. 1990. *Kant*. London: Penguin. An accessible introduction.

Kuhn, T. S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.

Pearl, J. 2000. *Causality*. Cambridge: Cambridge University Press.

Chapter 3

Dehaene, S., et al. 2008. "Log or Linear? Distinct Intuitions of the Number Scale in Western and Amazonian Indigene Cultures." *Science* 320: 1217–1220.

Murphy, G. L. 2002. *The Big Book of Concepts*. Cambridge, Mass.: The MIT Press. Reviews the evidence that some categories seem to be prewired in the brain (innate) while others are not.

Susser, M. 2001. "Glossary: Causality in Public Health Science." *Journal of Epidemiology and Community Health* 55: 376–378.

Chapter 4

Bernstein, P. L. 1996. *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*. New York: John Wiley.

Blaisdell, A., et al. 2006. "Causal Reasoning in Rats." *Science* 311: 1020–1022.

De Duve, C. 2002. "Mysteries of Life: Is There 'something else'?" *Perspectives in Biology and Medicine* 45: 1–15.

Franklin, J. 2001. *The Science of Conjecture: Evidence and Probability Before Pascal*. Baltimore, Md.: The Johns Hopkins University Press. A readable and informative history of probabilistic reasoning. Corrects earlier claims that it did not exist before the 1650s.

Kaplan, R. 1999. *The Nothing That Is: A Natural History of Zero*. New York: Oxford University Press.

King, G. 1989. *Unifying Political Methodology: The Likelihood Theory of Statistical Inference*. Cambridge: Cambridge University Press. Applies probabilistic reasoning and analysis to questions addressed by political scientists.

Pearl, J. 1988. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Salsburg, D. 2001. *The Lady Tasting Tea*. New York: W. H. Freeman and Company. An accessible history of statistics.

Seife, C. 2000. *Zero: The Biography of a Dangerous Idea*. New York: Penguin Putnam.

Chapter 5

Achlioptas, D., R. M. D'Souza, and J. Spencer. 2009. "Explosive Percolation in Random Networks." *Science* 323: 1453–1457. Demonstrates that a small addition in the connectivity of edge nodes in a very large system can lead to a sudden change mimicking categorical change.

Alon, U. 2007. *An Introduction to Systems Biology*. Boca Raton, Fla.: Chapman & Hall/CRC.

Anderson, P. W. 1972. "More Is Different." *Science* 177: 393–396.

Bak, P. 1996. *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Copernicus.

Barabási, A.-L. 2002. *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge, Mass.: Perseus.

Berlinski, D. 1995. *A Tour of the Calculus*. New York: Random House.

Buchanan, M. 2002. *Nexus*. New York: Norton.

Camazine, S., et al. 2001. *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

de Duve, C. 2005. *Singularities*. New York: Cambridge University Press.

Gavin, A.-C., et al. 2006. "Proteome Survey Reveals Modularity of the Yeast Cell Machinery." *Nature* 440: 631–636. This study demonstrates clustering of the "machinery" within cells that make proteins into 257 unique groupings. This supports the notion that there is clustering of cellular processes into modules or networks.

Johnson, S. 2001. *Emergence*. New York: Scribner.

Kitano, H. ed. 2001. *Foundations of Systems Biology*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Levin, S. 1999. *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Reading, Mass.: Perseus.

Miller, J. M., and S. E. Page. 2007. *Complex Adaptive Systems*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Pikovsky, A., M. Rosenblum, and J. Kurths. 2001. *Synchronization*. Cambridge: Cambridge University Press.

Strogatz, S. 2003. *SYNC*. New York: Hyperion.

Vandermeer, J. H., and D. E. Goldberg. 2003. *Population Ecology*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Wald, M. L. 2012. "Combination of Errors Led to Power Loss in San Diego." *New York Times* (May 2).

Watts, D. J. 2003. *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. New York: Norton.

Chapter 6

Ball, P. 2008. "Quantum All the Way." *Nature* 453: 22–25. Discusses the possible primacy of quantum theory over classical and experiential world views.

Galison, P. 2003. *Einstein's Clock, Poincaré's Maps*. New York: Norton.

Gould, S. J. 1999. *Rocks of Ages*. New York: Ballantine.

Haack, S. 2003. *Defending Science—Within Reason*. Amherst, N.Y.: Prometheus.

Holton, G. 2005. *Victory and Vexation in Science: Einstein, Bohr, Heisenberg, and Others*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Oreskes, N. 2001. *Plate Tectonics*. Boulder, Colo.: Westview.

Chapter 7

Bennett, M. R., and J. Hasty. 2008. "Genome Rewired." *Nature* 452: 824–825. Demonstrates how genes can be analyzed as acting in networks and how analyzing them in this way gives different information than analyzing them singly.

Couzin-Frankel, J. 2009. "The Promise of a Cure: 20 Years and Counting." *Science* 324: 1504–1507. A history of the hunt for the gene abnormality in cystic fibrosis and the role that its discovery has played in treatment development.

Finch, C. E., and T. B. L. Kirkwood. 2000. *Chance, Development, and Aging*. New York: Oxford University Press.

Friedland, A. E., et al. 2009. "Synthetic Gene Networks That Count." *Science* 324: 1199–1202. The construction of intracellular clocks that "count" in one direction suggests that biological time can be irreversible.

Gudbjartsson, D. F., et al. 2008. "Many Sequence Variants Affecting Diversity of Adult Human Height." *Nature Genetics* 40: 609–615.

Levin, S. 1999. *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Reading

Perseus. Quotation at 44.
Lowenberg, S. 2009. "Guatemala's Malnutrition Crisis." *Lancet* 37
189. It is not merely lack of calories but rather lack of the right
food that leads to the stunting of growth and height.
McArthur, R. H., and E. O. Wilson. 2001 [1967]. *The Theory of Islan*
raphy. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
Nüsslein-Volhard, C. 2006. *Coming to Life: How Genes Drive Developme*
lesbad, Calif.: Kales. A Nobel Prize–winning scientist describes h
on the biology of embryo development, including the role of ch
Turner, J. S. 2007. *The Tinkerer's Accomplice*. Cambridge, Mass.: Harva
versity Press. Offers a "top-down" approach to biology.
Vandermeer, J. H., and D. E. Goldberg. 2003. *Population Ecology*. Pr
N.J.: Princeton University Press. Quotation at 3.
Visscher, P. M. 2008. "Sizing up Human Height Variation." *Nature*
489–490.
Wardle, D. A., et al. 2004. "Ecological Linkages Between Above Gro
Below Ground Biota." *Science* 304: 1629–1633.
Young, I. M., and J. W. Crawford. 2004. "Interactions and Self O
tion in the Soil-Microbe Complex." *Science* 304: 1634–1637.

Chapter 8

Morgan, S. L., and C. Winship. 2007. *Counterfactuals and Causal Inferen*
York: Cambridge University Press.
Perrow, C. 1984. *Normal Accidents*. New York: HarperCollins.
Petroski, H. 1992. *To Engineer Is Human: The Role of Failure in Successfi*
New York: Vintage. "Every case of failure [is] an opportunity
hypotheses" (232).
Tenner, E. 1996. *Why Things Bite Back*. New York: Knopf. Quotation
Wald, M. L. 2004. "In Big Blackout, Hindsight Is Not 20/20." 1
Times (May 13).

——. 2012. "Combination of Errors Led to Power Loss in San Die
York Times (May 2).

Chapter 9

Carr, E. H. 1961. *What Is History?* New York: Vintage. Quotation at 1
Couch, T. D., and P. L. Jakab. 2003. *The Wright Brothers and the Inven Aerial Age.* Washington, D.C.: National Geographic.
Evans, R. J. 1997. *In Defense of History.* New York: Norton.
——. 2001. *Lying About Hitler: History, Holocaust, and the David Irving Trial.* New York: Basic Books. Quotation on 241, n. 51. British libel law has been changed in recent years, probably in response to this and similar instances and to the perception that the law was being used to protect individuals with high status from criticism.
Frank, J. D., and J. B. Frank. 1991. *Persuasion and Healing.* 3rd ed. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press. An accessible discussion of rhetorical methods in the modern era.
Gaddis, J. L. 2002. *How Historians Map the Past.* New York: Oxford University Press.
Gazzaniga, M. S. 1985. *The Social Brain: Discovering the Networks of the Mind.* New York: Basic Books.
Greene, B. 1999. *The Elegant Universe.* New York: Vintage.
Judson, H. F. 2004. *The Great Betrayal: Fraud in Science.* Orlando, Fla.: Harcourt. Demonstrates that reliance on the scientific method and replication alone do not protect against false claims in science. The scientific method thus requires allegiance to an ethic of honesty, as does the narrative method.
Lipstadt, D. 1993. *Denying the Holocaust: The Growing Assault on Truth and Memory.* New York: Plume.
Luria, A. R. 1987. *The Mind of a Mnemonist.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press. A fascinating description of a person whose memory was

"too good."
McHugh, P. R., and P. S. Slavney. 1998. *The Perspectives of Psychiatry*. 2nd ed. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
Nisbet, R. 1976. "Many Toquevilles." *American Scholar* 46: 59–75.
Novick, P. 1988. *That Noble Dream: The "Objectivity Question" and the American Historical Profession*. Cambridge: Cambridge University Press.
Roberts, R. H., and J. M. M. Good, eds. 1993. *The Recovery of Rhetoric*. Charlottesville: University Press of Virginia.
Simons, H., ed. 1989. *Rhetoric in the Human Sciences*. London: Sage.
Toulmin, S. 2001. *Return to Reason*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. Quotation at 8.

Chapter 10

Armstrong, K. 1994. *A History of God*. New York: Ballantine. Quotation at 253, n. 59.
Brooke, J. H. 1991. *Science and Religion: Some Historical Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press. Quotation at 17.
Burtt, E. A. 1954. *The Metaphysical Foundations of Modern Science*. Garden City, N.Y.: Doubleday. An old but unsurpassed discussion of the role of religion in the lives of great scientists.
Collins, F. 2006. *The Language of God*. Detroit, Mich.: Thomson Gale.
Dawkins, R. 2008. *The God Delusion*. New York: First Mariner.
Dubuisson, D. 2003. *The Western Construction of Religion*. Trans. W. Sayers. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
Franklin, J. 2001. *The Science of Conjecture: Evidence and Probability Before Pascal*. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
Goodenough, U. 1998. *The Sacred Depths of Nature*. New York: Oxford University Press. Quotation at xvi.
Gould, S. J. 1999. *Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life*. New York:

Ballantine.
Groopman, J. 2004. *The Anatomy of Hope*. New York: Random House.,
Harris, S. 2004. *The End of Faith: Religion, Terror, and the Future of Reason*. New York: Norton.
Holton, G. 2005. *Victory and Vexation in Science: Einstein, Bohr, Heisenberg and Others*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. The chapters on Einstein and Rabi demonstrate how religious views influenced their work even though they eschewed formal religion.
James, W. 1999. *The Varieties of Religious Experience*. New York: Random House. Quotations at 532, 545. The insights of this classic introduction to the topic remain informative more than one hundred years after it was written.
Larson, E. J., and L. Witham. 1997. "Scientists Are Still Keeping the Faith." *Nature* 386: 435–436.
Maugham, W. S. 1999 [1916]. *Of Human Bondage*. New York: Random House.
Zukav, G. 1979. *The Dancing Wu Li Masters*. New York: Bantam.

Chapter 11

Abbot, P., et al. 2011. "Inclusive Fitness Theory and Eusociality." *Nature* 471: 1057–1060. Quotation at 1057. Rebuts the rejection of kin selection theory by Nowak, Tarnita, and Wilson (2010).
Alexopoulos, G. S. 2005. "Depression in the Elderly." *Lancet* 365, no. 9475: 1961–1970.
Alzheimer, A. 1987. "About a Peculiar Disease of the Cerebral Cortex." Trans. L. Jarvik and H. Greenson. *Alzheimer Diseases and Associated Disorders* 1: 7–8.
Lyketsos, C., et al. 2008. *Psychiatric Aspects of Neurological Disease*. New York: Oxford.
Mace, N. L., and P. V. Rabins. 2011. *The Thirty-Six-Hour Day*. 5th ed.. Balti-

more, Md.: Johns Hopkins University Press.
Martin, J. L. 2009. *Social Structures*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
Mayr, E. 2001. *What Evolution Is*. New York: Basic Books.
Morgan, S. L., and C. Winship. 2007. *Counterfactuals and Causal Inference*. New York: Cambridge University Press.
Nowak, M. A., C. E. Tarnita, and E. O. Wilson. 2010. "The Evolution of Eusociality." *Nature* 466: 1057–1062. Wilson and colleagues' rejection of kin selection theory. Rebutted by Abbot et al. (2011).
Okasha, S. 2006. *Evolution and the Levels of Selection*. New York: Oxford University Press.
Pinker, S. 2011. *The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined*. New York: Viking. Quotation at 418.
Posner, R. 2001. *Frontiers of Legal Theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
Rabins, P. V., et al. 1982. "The Impact of Dementia on the Family." *Journal of the American Medical Association* 248: 333–335.
Ruse, M. 2003. *Darwin and Design*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
Sokal, A. D. 2000. *The Sokal Hoax: The Sham That Shook the Academy*. Lincoln: University of Nebraska Press.
Styron, W. 1992. *Darkness Visible*. New York: Vintage.
Timberg, C., and D. Halperin. 2012. *Tinderbox: How the West Sparked the AIDS Epidemic and How the World Can Finally Overcome It*. New York: Penguin.
Volberding, P. A., and S. G. Deeks. 2010. "Antiretroviral Therapy and Management of HIV Infections." *Lancet* 376: 49–62.
Weiner, J. 1994. *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in Our Time*. New York: Knopf. A description of the work of the Grants that demonstrates selection acting over a short period of time.
Brookmeyer, R., S. Gray, and C. Kawas. 1998. "Projections of Alzheimer's

Disease in the United States and the Public Health Impact of Delaying Disease Onset." *American Journal of Public Health* 88: 1337–1342.

Brooks, P. 2000. *Troubling Confessions*. Chicago: University of Chicago Press. Demonstrates that even confessions may not be truthful and that they can be induced and thereby falsely identify causal guilt.

Burton, R. 1977 [1621]. *The Anatomy of Melancholia*. New York: Vintage.

Carey, N. 2012. *The Epigenetics Revolution*. New York: Columbia University Press.

Cramer, P. E., et al. 2012. "ApoE-Directed Therapeutics Rapidly Clear ß-amyloid and Reverse Deficits in AD Mouse Models." *Science* 335: 1503–1510.

Corrada, M. M., et al. 2008. "Prevalence of Dementia After Age 90: Results from the 90+ Study." *Neurology* 71: 337–343.

Dennett, D. C. 1995. *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meaning of Life*. New York: Simon and Schuster. A strong proponent of Darwinism lays out his case.

Diamond, J. 1997. *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. New York: Norton.

Elias, N. 2000. *The Civilizing Process: Sociogenetic and Psychogenetic Investigations*. Rev. ed. Cambridge, Mass.: Blackwell.

Fodor, J., and M. Piattelli-Palmarini. 2011. *What Darwin Got Wrong*. New York: Picador. Two evolutionary scientists describe some of the limitations of Darwinism.

Harvey, C. D., et al. 2012. "Choice-Specific Sequences in Parietal Cortex During a Virtual-Navigation Decision Task." *Nature* 484: 62–64. Evidence that memory for task performance is the result of the coherent, sequenced firing of sets of neurons rather than being directed by a single neuron. This *programmatic* organization is a possible mechanism for the *emergence* of behavior.

Heng, H. H. Q. 2008. "The Conflict Between Complex Systems and Reductionism." *Journal of the American Medical Association* 300: 1580–1581.

Reductionism." *Journal of the American Medical Association* 300: 1580–1581. Merely recognizing the complexity of a system does not guarantee that the application of this knowledge will solve problems.

Johnson, C. J., et al. 2008. "Structural Insights Into a Circadian Oscillator." *Science* 322: 697–701. Demonstrates how (and why, since they cannot operate in the opposite direction) biological clocks are unidirectional.

Judson, H. F. 2004. *The Great Betrayal: Fraud in Science*. Orlando, Fla.: Harcourt.

Kupfer, D. J., et al. 2012. "Major Depressive Disorder: New Clinical, Neurobiological, and Treatment Perspectives." *Lancet* 379: 1045–1054.

Lyketsos, C., et al. 2008. *Psychiatric Aspects of Neurological Disease*. New York: Oxford.

Mace, N. L., and P. V. Rabins. 2011. *The Thirty-Six-Hour Day*. 5th ed.. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.

Martin, J. L. 2009. *Social Structures*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Mayr, E. 2001. *What Evolution Is*. New York: Basic Books.

Morgan, S. L., and C. Winship. 2007. *Counterfactuals and Causal Inference*. New York: Cambridge University Press.

Nowak, M. A., C. E. Tarnita, and E. O. Wilson. 2010. "The Evolution of Eusociality." *Nature* 466: 1057–1062. Wilson and colleagues' rejection of kin selection theory. Rebutted by Abbot et al. (2011).

Okasha, S. 2006. *Evolution and the Levels of Selection*. New York: Oxford University Press.

Pinker, S. 2011. *The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined*. New York: Viking. Quotation at 418.

Posner, R. 2001. *Frontiers of Legal Theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Rabins, P. V., et al. 1982. "The Impact of Dementia on the Family." *Journal of the American Medical Association* 248: 333–335.

Ruse, M. 2003. *Darwin and Design*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Sokal, A. D. 2000. *The Sokal Hoax: The Sham That Shook the Academy*. Lincoln: University of Nebraska Press.

Styron, W. 1992. *Darkness Visible*. New York: Vintage.

Timberg, C., and D. Halperin. 2012. *Tinderbox: How the West Sparked the AIDS Epidemic and How the World Can Finally Overcome It*. New York: Penguin.

Volberding, P. A., and S. G. Deeks. 2010. "Antiretroviral Therapy and Management of HIV Infections." *Lancet* 376: 49–62.

Weiner, J. 1994. *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in Our Time*. New York: Knopf. A description of the work of the Grants that demonstrates selection acting over a short period of time.

مسرد مصطلحات

Abrahamic tradition	النواميس / التعاليم الإبراهيمية
absolute	المطلق
abstract	تجريدي
accident	عرض أو حادث
Act/reality	الفعل
Agent	الفاعل حال فعله وهو العلة والموجود العاقل الحر المسؤول عن أفعاله فى علم الأخلاق؛ والقوة المعتبرة فى الفيزياء، والعامل فى علم الأمراض
anticipation	توقع
Antisienctists	رفض العلم منهجا لمعرفة الحياة
Approach	اقتراب/ مقاربة
Pluralistic Approach	اقتراب تعددي
Argument	حجة
Assumption	افتراض

Authority	سلطة
Belief	اعتقاد
Binary	ثنائي
Boundary	حد
Complexity	التعقيد
Complexity theory	نظرية التعقيد
Category/Categories	المقولات/ المقولة
categorical model	نموذج المقولات أو نموذج مقوليّ
Cause	العلة ترادف السبب إلا أنها قد تغايره فيراد بالعلة المؤثر وبالسبب ما يفضى إلى الشيء فى الجملة أو ما يكون باعثا عليه. السبب يتوصل به إلى الحكم من غير أن يثبت به أما العلة فهى ما يثبت به الحكم..
	العلل عند أرسطو: أنواع العلل العلة الأولى التى لا علة لها أو النهائية/ علة العلل ؛ والعلة الثانية وهي قريبة أو بعيدة؛ والعلة الأساسية والأداة والمباشرة وغير المباشرة والتامة والناقصة والمعدّة (ما يتوقف عليها

وجود المعلول من غير أن يجب
وجودها مع وجوده) العلة الضرورية
والعلة التامة أو المؤثرة أو الفعالة
والعلة الظرفية .

Casual	علّيّ
Casual explanation	التفسير/ الشرح العليّ
Casual bond/tie	الترابط العلي
Casuality	العليّة
Chaos theory	نظرية الفوضى
Cybernetics	السبرنطيقيا
Chance	الصدفة
Change	تغير/ صيرورة
Characteristics	خصائص
Claim	ادعاء
Codes ciphers	الشفرات
Conceptualism	المفاهيمية: عملية بناء المفهوم
Conceptions	المفاهيم
confidence interval	فترة الثقة
Deduction	استنباط

Demonstration	برهان
Determination	تعيين
Development	تطور
Dichotomous	الثنائية
Differentiation	تمايز
Dimension	البعد
Disorder	اضطراب (مرضى)
Disprove	إبطال حجة أو فرضية أو نظرية
Dualism	الثنائية
Ecclesiastic method	المنهج الإكليريكى
Ecological niche	الكوة البيئية
Efficient cause	العلة الفاعلة
Effect	المعلول
Effort	الجهد
Emergent	ناشئ كنتيجة منطقية
Emergent cause	العلة الناشئة
Emotion	الشعور
empathic method	المنهج التقمصى

empirical method	المنهج الإمبريقى
Essence	الماهية
Establishment	ترسيخ
Estimation	تقييم
Ethics	علم الأخلاق
Etiology	علم العلة
Explanation	تفسير / شرح
Experience	خبرة
Experimental study	الدراسات التجريبية
Exposure	تعرض
Expression	التعبير
Event	حدث
Evidence	بينة
Evolution	التطور، نظرية التطور فى علم الأحياء
Fact	واقعة، معطيات التجربة
Factor	عامل ٨
Faculty	قوة ، وملكة عقلية أو قدرة أو استعداد وظيفى أو قوة أو وظيفة

	جسدية
Falisability	قابل للتكذيب/ اختبار قابلية التكذيب
Feeling/sentiment/emotion	المشاعر
Faith	اعتقاد / إيمان
Falsification	تكذيب ٢٣٥
Field	حقل، مجال
Final cause	العلة النهائية
Formal cause	العلة الصورية
Formula	صيغة
Foundation	أصل الشيء
Frequency	تردد/ تكرار
Function	وظيفة
Generalization	تعميم
Given	معطى
Governance	تدبير / حكم
Grade	تدرجي
Hermeneutics	التأويلية / الهرمنيطيقيا

Homeostasis	التوازن الداخلى
Hypothesis	الفرضية
Hypothesis Testing	اختبار الفرضية
Identification	تعريف
Illness	اعتلال مرضى
incident	واقعة
incompleteness theorem	مبرهنة عدم الاكتمال
Induction	استقراء
Indeterminacy	اللاتعين/ اللاحتمية
inference	استدلال
Inheret	متأصل
Innate ideas	أفكار فطرية / متأصلة
Integration	تكامل
Intention	القصد
Interactionism	التفاعلية
Intuition	الحدس
Introspection	استبطان
Irreversibility	لاعكوسية/ لا انعكاسية (اتجاه

	الزمن)
Judgment	الحكم
Knowledge	المعرفة
Level	مستوى (التحليل)
Likelihood	الرجحان
Limitations	نهاية قصوى أو حد أقصى
Measurement	قياس
Material cause	العلة المادية
Method	منهج
Model	نموذج
Mode	الحالات
Modes of logic	حالات المنطق
Morality	الأخلاقيات
Mutation	التحول
Narrative method	المنهج السردى
Necessity	الضرورة
Necessary cause	العلة الضرورية
Network theory	نظرية الشبكات

Non-linear	لاخطي
Notion	معنى / فكرة / تصور
Ocaam's Razor	موسى/ شفرة أوكام
Occurrence	تواتر/ ورود/ حصول
Pattern	نمط
Plausibility	المعقولية/ الصحة الظاهرية لظاهرة ما أو علاقات علية ما
Origin	أصل بمعنى بداية
Perception	إدراك
Precipitation	تعجل
Precipitating event	الحدث المُعجّل
Predisposition	مُهيّئ
Predisposing event	الحدث المُهيئ
programmatic cause	علة برناجية
Purposive cause	علة غائية
Possibility	إمكانية
Potentially	بالقوة
Premises	المقدمات

Principle	مبدأ
Process	سيرورة
Propriety	خاصية
Proof	دليل
Probabilistic	احتمالي
quantum mechanics	ميكانيكا الكم
Quality	صفة ٣٣
Reason	سبب
Reasoning	استدلال / التدليل العقلي
Refutation	دحض
Regularity	نظامية
relativity theory	نظرية النسبية لأينشتين
rhetorical method	المنهج البلاغي
Reminiscence	التذكر
Representation	التمثل / التمثلات
Requirement	متطلب
Reversibility	عكوسية، انعكاسية
Skepticism	الشكية

Selection /eclectism	انتخاب / الانتقائية
Sensation	الإحساس
Sequence	تلاحق سببى/ تسلسل
Simplicity	البساطة
Statement	عبارة
Stress	إجهاد
Stressor	عامل ضغط
Structuralism/Structure	البنيوية / البنية
subatomic particles	الجسيمات دون الذرية
Subjectivity	ذاتية
Suppositions	الفرضيات
Sufficient cause	العلة الكافية
System/	نظام/ منظومة/ نسق
world conception systems	منظومات تصور العالم
Tendency	ميل/ نزعة
Trait	سمة
Truth	الحقيقة
Ultimate cause	العلة النهائية

Uncertainty	اللايقين
Universals	كليات ويستعملها المؤلف فى بعض السياقات بمعنى عالمى/ شامل
Validity	صحة التطبيق
Value	القيمة
Variable	المتغيرة

المؤلف فى سطور:

بيتر فى. رابينس

أستاذ الطب النفسى والعلوم السلوكية فى كلية طب - جامعة جون هوبكنز.

حاصل على بكالوريوس العلوم السياسية فى جامعة فلوريدا، وعلى دكتوراه فى الطب - جامعة تولان . وعلى ماجستير فى الصحة العامة فى كليـة الـصحة العامـة - جامعة تولان.

تشمل خبرته الإكلينيكة طب نفس البالغين ومرض الزهـايمر والعتـه. عمـل مديرا لبرنامج طب نفس الشيخوخة فى مستشفى جون هوبكنز وأيضا مديرا تـدريبيا لزمالة طب نفس الشيخوخة. كما أن له أبحاثا علمية أخرى بارزة، حيث إنه أول مـن برهن على أن الهذيان المتوقع يزيد من معدلات الوفيات بعد الخروج من المستشفى.

المترجمة فى سطور:

غادة الحلوانى

قاصة ومترجمة

من ترجماتها:

- شعر المرأة الإفريقية، المركز القومى للترجمة.
- الأعمال الشعرية لإدجار آلان بو، المركز القومى للترجمة.
- الأعمال النثرية لإدجار آلان بو، المركز القومى للترجمة.
- مدح الحب، آلان باديو، دار التنوير، القاهرة ٢٠١٥.

التصحيح اللغوى: محمد الشربينى

الإشـراف الفـنى: حسـن كـامـل

خلال عملي طبيبا نفسيًا لمدة خمسة وثلاثين عامًا، طُرح عليّ أسئلة حول العلة: لماذا أصبحت مكتئبا؟ هل شيء ما فعلته أو كان يجب أن أفعله؟ أم تجربة مررت بها في الماضي؟ هل هو وراثي بما أن أمي كانت تُعالج من الاكتئاب؟ هل هذا عقاب من الله؟ لماذا أميل إلى مصادقة الناس الذين ينقلبون ضدي في النهاية؟ لماذا أتعرض للمشكلات تكرارًا مع رؤسائي وأفقد عملي؟

هذه الأسئلة وأمثالها هي التي أدت إلى كتابة هذا الكتاب. تبدو أسئلة "السبب" هذه طبيعية ومهمة حتى أن العديد من الناس مقتنعون اقتناعًا تامًا أنها قابلة للإجابة، لكن الحقيقة أنه لا إجابات على أسئلة مثل لماذا وقعت كارثتا فوكوشياما وثري مايل أيلاند، أو لماذا يكتئب شخص- إجابات معقدة ومتعددة العوامل أو كيف يمكن أن نحصر أو ندمج عوامل متغايرة مثل صمام تُرك مفتوحًا؛ والتعقيد المتأصل في محطات توليد الطاقة الصناعية متعددة النظم؛ وعجز الإنسان عن توقع كل الأخطاء المحتملة والأحداث المعاكسة في تشغيل نظام معقد؟ كيف يمكن أن نفهم أن الجينات والخبرات الحياتية المبكرة والأحداث المعاصرة هي أسباب تصيب شخص ما بالاكتئاب لكنها لا تصيب شخص آخر. كيف يمكن أن يختار الشخص سببا ما ليبدأ به؟ ما القوانين أو المعايير التي يمكن بها الحكم على الإجابات؟ هل هناك حتى معيار في الأساس؟ هل المهمة مستحيلة بما أنه ليس هناك طريقة للحكم على الإجابة الصحيحة؟

تصميم الغلاف: هانى الشناوى